



R

Phys. Sp. ~~216~~
705.

Q. 18.

Physica. de Electricitate 318.

R

Alexander Volta's
S c h r i f t e n
über
Elektricität und Galvanismus.

Aus dem Italiänischen und Französischen
übersetzt

von
Dr. C. F. Nasse.

Erster Band.

Mit einem Kupfer.

Halle 1803.

bey Schimmelpfennig und Compagnie.

Phys. Sp. ~~246~~ 705. ~~246~~

Physica. de Electricitate 318.

R

Alexander Volta's
S c h r i f t e n
über
Elektricität und Galvanismus.

Aus dem Italiänischen und Französischen
übersetzt

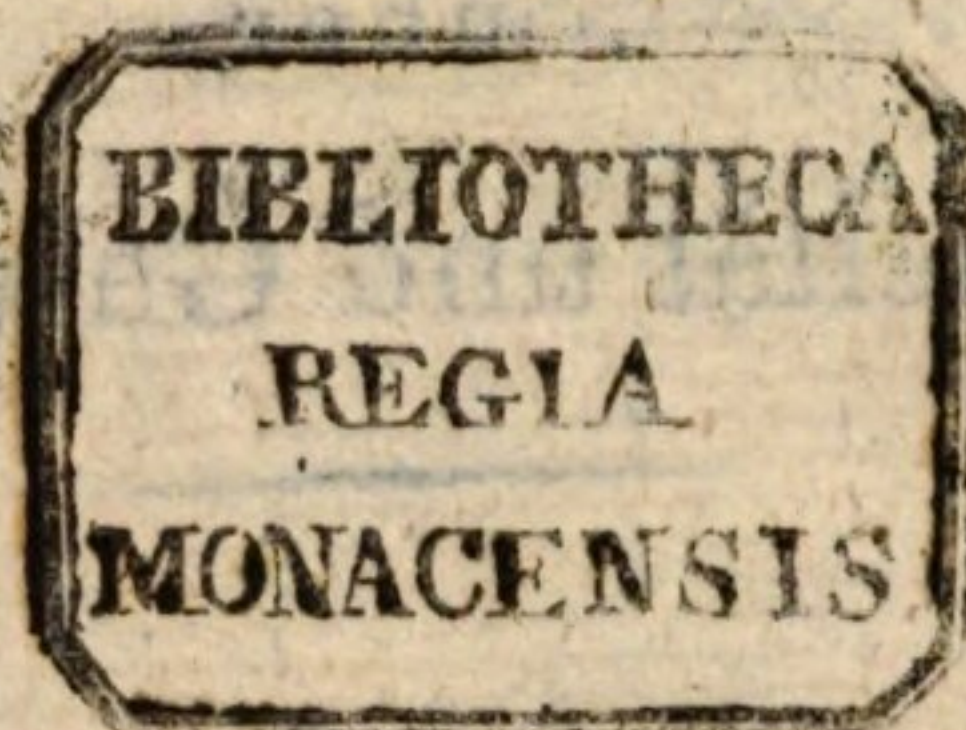
von
Dr. C. F. Nasse.

Erster Band.

Mit einem Kupfer.

Halle 1803.

bey Schimmelpfennig und Compagnie.



Dr. C. F. Meissner

Erster Band

Leipzig 1807

Halle 1807

Vorbericht des Uebersetzers.

Von den beiden Abhandlungen, die in diesem ersten Bande einer Sammlung von Volta's Schriften über Elektricität und Galvanismus enthalten sind, war die erste bisher in einer deutschen Uebersetzung noch nicht bekannt; aus der zweiten findet man einen Auszug in den

Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, Leipzig 1787, Bd. 3.
Stück 2. S. 131 u. ff.

Der zweite, nächstens erscheinende, Band dieser Schriften Volta's wird verschiedene andere, den Galvanismus und die Elektricität betreffende, zum Theil noch nicht ins Deutsche übersetzte, Abhandlungen enthalten.

Von den beiden Abhandlungen, die in diesem ersten Bande einer Sammlung von Volta's Schriften über Elektricität und Galvanismus enthalten sind, war die erste bisher in einer deutschen Uebersetzung noch nicht bekannt; aus der ersten Uebersetzung man einen Auszug in den

Bemer-

B e m e r k u n g e n

*über die Capacität der elektrischen
Leiter und über das Phänomen, dafs
ein einfacher Leiter einen erschütternden
Schlag zu geben im Stande ist, der
dem Schlage aus einer Leidner Flasche
völlig gleich kommt.*

*Ein Brief A. Volta's an Hn. von Saussure *).*

Como d. 20ten August, 1778.

*Seit langer Zeit war es mein Vorsatz, an
einem Werke über die Elektricität zu arbeiten,
worinn ich den grössten Theil der elektrischen
Erscheinungen auf die Wirkung und das Spiel*

**) Aus den Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti,
Milano 1778. Tomo I. Parte 4. p. 273—280.
und T. I. Parte 5. p. 289—312.*

der elektrischen Atmosphären zurückzuführen dachte. Verschiedene andere Beschäftigungen und Untersuchungen haben mich an dieser Arbeit verhindert; indessen habe ich den Gedanken, sie noch einmal vorzunehmen, nicht ganz aufgegeben. Allein da ich sehe, daß es damit noch lange währen könnte, und Sie, mein Herr, das Verlangen äußern, daß ich Ihnen meine Ideen und Beobachtungen mittheilen möchte, so bin ich darauf bedacht gewesen, Ihren Wunsch dadurch gewissermaßen zu erfüllen, daß ich einen einzelnen, in gewisser Hinsicht für sich bestehenden Theil von dem übrigen Werke trennte, um ihn Ihnen vorzulegen; was aber auch nur mit diesem Theile geschehen konnte, da die übrigen so unter einander verbunden sind, daß sie einzeln und aus dem Zusammenhange des Ganzen gerissen, weder gehörig erklärt, noch gehörig verstanden werden können.

§. I.

Von der Capacität der elektrischen Leiter.

Es ist bewiesen, und kein Elektriker zweifelt mehr daran, daß die Capacität der

Leiter sich nicht, wie die Massen, sondern wie das Volum oder wie die Oberflächen der letztern verhält. Unter andern zeigen, sowohl *Franklin's* schöner und origineller Versuch mit der innerhalb einer elektrisirten Schaale zusammengelegten Kette, die aus der Schaale herausgezogen und in der Luft aus einander gebreitet, die Capacität des Leiters vergrößert, durch deren Zurückbringung in die Schaale aber der Leiter wieder auf seine vorige, geringe Capacität zurückgebracht wird, *)

*) *Franklin* bemerkte, daß einige an die Schaale befestigte Fäden, die durch die der Schaale mitgetheilte Elektricität einen gewissen Grad von Divergenz erlangt hatten, diese Divergenz allmählich verloren, so wie er, vermittelst einer kleinen seidenen Schnur, die vorher innerhalb der Schaale zusammengelegte Kette aus der Schaale herauszog und aus einander breitete, und er schloß hieraus mit Recht, daß die Elektricität dadurch, daß sie sich von der Oberfläche der Schaale aus auf die Oberfläche der Kette verbreitete, verdünnt und in dem Verhältnisse verdünnt würde, als man die Kette aus einander breitete; und diese Erklärung

— als auch vorzüglich die mit dem sogenannten elektrischen Brunnen angestellten Versuche, wovon Sie uns zuerst eine so schöne Erklärung gaben *), aufs deutlichste und augenscheinlichste, wie die Elektricität sich bloß auf der äußern Oberfläche der Leiter ausbreitet **).

rung wurde noch weit mehr durch den von ihm bemerkten Umstand bestätigt, daß nemlich die Divergenz der Fäden wieder zunahm, wenn er die Kette von neuem so in die Schaaale zurückfallen liefs, daß sie sich in derselben zusammenlegte; was also ein deutlicher Beweis ist, daß, nachdem die Gröfse der Oberfläche der Kette vermindert worden, die ganze Summe von Elektricität, die diese Oberfläche vorher einnahm, sich jetzt wieder einzig auf der Oberfläche der Schaaale ansammelte und die geschwächte Elektricität derselben wieder verstärkte. (Vgl. Franklin's Werke von Wenzel, Dresden 1780. Band I. S. 186 ff.)

V.

*) Dissertatio de electricitate etc. Genevae 1766.

**) Wenn gleich der Versuch, wo man irgend einen völlig isolirten Körper tief in die Höhle des elektrisirten Brunnens hinabsenkt, (man nimmt
ge-

Dies ist der Grund, warum wir uns heut zu Tage bey unsern Elektrisirmaschinen zu solchen Leitern, die eine große Capacität haben

gewöhnlich einen Cylinder aus übergoldetem Papier, den man an einen seidnen Faden hängt und alsdann den Eimer nennt) und dieser Körper, wenn er auch den Grund oder die Wände des Brunnens in der Nähe des Grundes berührt, doch nicht den kleinsten Funken aus denselben lockt, noch im mindesten durch diese Berührung elektrisch wird, wenn gleich, sage ich, dieser Versuch ein mehr als hinreichender Beweis für den obigen Satz ist, so scheint mir doch folgender Versuch jenen Satz noch deutlicher zu beweisen, und er gefällt mir daher besser. Ich nähere den an dem Faden hängenden Eimer der äußern Seite oder dem Rande des Brunnens und bemerke alsdann, daß er daraus einen Funken zieht, und schliesse hieraus, daß die Elektricität des Brunnens sich dem Eimer nach Verhältniß der respektiven Capacitäten beider Körper mittheilt. Dann tauche ich den auf diese Weise elektrisirten Eimer in die Tiefe des Brunnens bis auf den Grund desselben, und bemerke nun, daß er hier einen Funken ausströmt und dem Brun-

und zugleich bequem seyn sollen, dicker Cylinder und inwendig hohler Kugeln von Messing (ganz massive würden keine Vorzüge haben), sehr dicker Röhren von weißem Blech oder auch von Pappe, die mit Metallblättchen oder mit Goldpapiere u. s. w. überzogen ist, bedienen. Kurz, man sieht darauf, daß der Leiter von einem grossen Umfange sey, d. h. daß er eine große Oberfläche habe, seine Gestalt möge übrigens seyn, welche sie wolle, wofern er nur keine Ecken oder Spitzen hat; denn es ist uns allen wohl bekannt, auf welche Weise und in welchem Grade Ecken und Spitzen die Zerstreuung der Elektricität begünstigen.

Aber noch hat niemand, so viel ich weiß, bemerkt, (oder wenn auch jemand von ohn-

Brunnen die kurz vorher von ihm empfangene Elektricität wieder giebt, wie ich denn auch wirklich finde, daß der aus dem Brunnen gezogene Eimer alle Elektricität verloren hat. Also nicht einmal ein einziger Grad Elektricität bleibt im Innern des Körpers, sondern alle Elektricität begiebt sich auf seine Oberfläche und sammlet sich auf derselben an.

gefähr den folgenden Gegenstand berührt hat, so ist er doch lange noch nicht in das gehörige Licht gesetzt), daß derjenige unter zwey Leitern von gleicher Oberfläche die größte Capacität hat, der der längste von beiden ist. Und doch ist diese Verschiedenheit der Capacitäten sehr merkwürdig. Einige über die Wirkung der elektrischen Atmosphären angestellte Versuche haben mich auf diese Entdeckung geleitet und mich veranlassen, folgende Lehrsätze aufzustellen, als: die Capacität eines Leiters wird weit weniger durch die Dicke als durch die Länge des Leiters begünstiget; die sphärische Gestalt ist für die Capacität eines Leiters eben nicht die vortheilhafteste; die cylinderförmige ist es weit mehr; ferner, wenn man gleich aus andern Gründen nicht behaupten kann, daß es ganz und gar überflüssig sey, den Leitern einen großen Queerdurchmesser (wie man dies gemeiniglich bey den zu großen Leitern bestimmten, blechernen oder pappenen Cylindern thut) zu geben, so ist doch der damit verbundene Vortheil nur höchst unbedeutend und ohne Vergleichung geringer, als derjenige Vortheil, der mit we-

niger dicken, aber verhältnißmässig längern Leitern verknüpft seyn würde; kurz, es kommt wenig darauf an, ob der Leiter dick sey, aber viel, ob er lang sey.

Um diese Behauptungen durch entscheidende Versuche zu bestätigen, nahm ich drey Cylinder von Holz, den ersten von der Länge eines Fusses und von 4 Zoll im Durchmesser, den zweiten von 2 Fuß Länge und 2 Zoll Durchmesser, (der also doppelt so lang und nur halb so dick als der erste war) und den dritten von einer Länge, die achtmal so groß und von einem Durchmesser, der achtmal kleiner war, als die Länge und der Durchmesser des erstern, so daß dieser dritte also 8 Fuß Länge und 6 Linien im Durchmesser hatte. Alle drey Cylinder haben also eine gleich große Oberfläche, d. h. eine Oberfläche von einem Quadratfusse, wobey indessen die Fläche der Enden nicht mit in Anschlag gebracht ist, so daß die Oberfläche des dicksten Cylinders also noch um etwas größer wird. Alle drey werden auf gleiche Weise mit Silberblättchen überzogen und polirt, so daß sie als gute Leiter gebraucht werden kön-

nen. Nach dem allgemein aufgestellten Gesetze: die Capacität eines Leiters verhält sich wie seine Oberfläche, müßten nun alle drey Cylinder eine gleich große Menge Elektricität aufnehmen und festhalten; ja der dickere Cylinder müßte wegen seiner größern Oberfläche, die von seinen beiden dicken Enden herrührt, eine etwas größere Menge aufnehmen als die beiden andern. Allein die Sache verhält sich ganz anders; der 2 Zoll dicke und 2 Fuß lange Cylinder nimmt eine merklich größere Menge Elektricität auf, als der 4 Zoll dicke und nur einen Fuß lange Cylinder. Der kaum 6 Linien dicke, hingegen 8 Fuß lange Cylinder faßt eine ohne Vergleich größere Menge Elektricität als jeder der beiden eben erwähnten und, mehr als beide zusammen.

Falls mich jemand fragen sollte, auf welche Weise ich zu bestimmen im Stande wäre, daß ein Cylinder mehr Elektricität aufnähme, als ein anderer, so brauchte ich die drey Cylinder nur so stark als möglich zu laden, z.B. so stark, daß sie von selbst Funken ausströmen, und den Frager alsdann die

Stärke der Funken durch das Gefühl versuchen zu lassen, wo er sich denn bald überzeugen würde, daß der aus dem langen und schmalen Cylinder ausströmende Funke erschütternder ist, als der aus dem kurzen und dicken, oder auch als der aus dem mittleren Cylinder kommende. Ihnen, mein Herr, der Sie von den Bewegungen eines Elektrometers besser als ich zu urtheilen verstehen, (zum Elektrometer bediene ich mich noch immer nach Ihrem Beispiel bloß eines flächsenen Fadens, der durch ein an demselben hängendes Korkkugelnchen angespannt wird, und der längs dem Rücken eines Bretchens herabhängt), und der Sie wissen, daß die Capacität des Leiters desto größer sey, je öfter man die Maschine umdrehen muß, um das kleine Pendel zu einer bestimmten Spannung zu bringen, Ihnen brauche ich nur zu sagen, daß ich, grade um den längern und dünneren Cylinder bis zu dem vorher erwähnten Tensionsgrade zu elektrisiren, die Maschine weit öfter umdrehen muß; daß die Spannung, die eine einzige Umdrehung in den andern dicken Cylindern hervorbringt, in dem langen Cylinder

noch nicht durch drey oder vier Umdrehungen bewirkt wird. Sie wissen ebenfalls, daß wenn man den Haken einer geladenen Leidner Flasche einem isolirten Leiter nähert, dieser einen nach Verhältniß seiner Capacität starken Funken aus der Flasche lockt. Nun erhält aber grade der längste und dünnste von meinen drey Cylindern aus der Leidner Flasche den bey weitem stärksten Funken.

Der Vorzug der größern Capacität kommt also unter mehrern Leitern unstreitig demjenigen zu, der bey gleicher Oberfläche grade um so viel länger ist, als jene dicker sind; ein sehr merkwürdiger Vorzug, der uns künftig bestimmen muß, statt der bisher angewandten dicken Cylinder dünnere, schlankere und verhältnißmässig längere zu nehmen, wie z. B. mit Silberblättchen überzogene Stäbe von Holz, deren ich mich mit dem besten Erfolge und mit geringern Aufwande bediene. Aber hat man in Ansehung dieser Verfahrensart, wo man den Durchmesser der Leiter vermindert, und dies durch die grössere Länge derselben wieder gut macht, gar keine Grenzen zu beobachten? Allerdings; die leichte

Zerstreuung der Elektricität, die von selbst in die Luft ausströmt, wenn der Cylinder nicht dicker ist, als ein dicker Messingdrath, bestimmt eine gewisse Gränze. Fände diese Zerstreuung nicht Statt, so würde ein dünner Kupferdrath von einer solchen Länge, daß er eine Oberfläche von einem Quadratfuß hätte (der also bey einem Durchmesser von $\frac{1}{3}$ Linie 144 Fuß lang seyn würde), einen weit vorzüglicheren Leiter abgeben, als mein 8 Fuß langer und 6 Linien dicker Stab ist. Jener würde allerdings eine grölsere Capacität haben; in sofern zur Ladung beider Leiter bis zu einem gewissen Grade der Tension (den man durch den Punkt bestimmt, bis zu welchem das kleine Pendel des Elektrometers steigt) eine sehr verschiedne Zeit erfordert werden würde, d. h. eine weit längere zur Ladung des Kupferdraths; der folglich bey jenem angenommenen Tensionsgrade einen viel stärkern und erschütterndern Funken ausströmen würde. Ein Beispiel hiervon giebt uns der lange Drath, den man von der Franklinischen Stange oder dem Blitzableiter in ein Zimmer leitet, und der, wenn er gleich nur

bis zu einer geringen Tension elektrisirt ist, dem ihm genäherten Finger zwar kurze, aber kräftige und erschütternde Funken und deren in kurzer Zeit eine Menge giebt. Ich erinnere mich, daß ich, als Sie mir einmal von einer ähnlichen Erscheinung erzählten, die Ihnen nicht so leicht zu erklären zu seyn schien, gegen Sie mich äußerte, auf welche Weise ich dieselbe nach meiner Meinung dadurch vollkommen und deutlich erklärt haben würde, daß ich den Grund derselben in der großen Capacität jenes langen Draths, die die Capacität unsrer gewöhnlichen Leiter weit übertrifft, nachwies. Gewiß rührt die bemerkte Verschiedenheit in den Wirkungen nicht davon her, daß die der Stange und dem Drahte aus den Wolken mitgetheilte Elektricität auf eine besondre, oder auf eine, von der Wirkungsart unserer künstlichen Elektricität verschiedene Weise wirkt. Diese Vermuthung ist ohne Grund. Versuchen Sie es und theilen Sie jenen Leitern, der Stange und dem Drahte, die Elektricität mittelst einer gewöhnlichen Maschine oder mittelst einer geladenen Leidner Flasche mit und ziehen Sie

dann Funken aus dem Drathe; diese werden sich grade so verhalten, wie die aus dem Blitzableiter, sie werden stechend, schnell eindringend, wiewohl kurz seyn und schnell auf einander folgen. Allein hierbey ist nun zu bemerken, daß die dem Drathe mitgetheilte Elektricität, wenn sie in demselben bis zu einer gewissen, wenn auch nicht sehr starken Spannung angehäuft worden, sich aus dem Drathe, wegen seiner zu großen Dünne, und vorzüglich wegen der ungleichen Stellen, die hier und da an demselben vorhanden sind und die man nicht wegschaffen kann, zerstreut, da der mit Silberblättchen überzogene, 6 Linien dicke hölzerne Stab hingegen, wenn er nur auf seiner ganzen Oberfläche recht eben und glatt ist, noch stärker geladen, d. h. bis zu einer weit größern Tension elektrisirt werden kann, indem er die Elektricität nicht von selbst ausströmt, ausgenommen aus seinen beiden Enden, wenn er nemlich in einem außerordentlich hohen Grade geladen ist, und doch auch nicht einmal aus diesen, wenn sie nur mit dicken polirten Kugeln versehen sind.

Ein Durchmesser von 6 Linien ist also bey den, mit Silberblättchen überzogenen, hölzernen Stäben mehr als hinreichend, da man die Elektricität darin bis zu jedem Grade von Tension anhäufen kann. Im übrigen muß man, wenn man die Oberfläche des Leiters vergrößern will, um ihm Capacität für eine große Menge Elektricität zu geben, bloß auf die Verlängerung desselben bedacht seyn. Von dieser Idee ausgehend habe ich mir einen Leiter verfertigt, der eine ungewöhnlich große Menge Elektricität aufnimmt und der bey der Berührung einen unerträglich starken, und den ganzen Körper erschütternden Funken giebt. Dieser große Leiter besteht aus zwölf hölzernen Stäben von der vorher erwähnten Gestalt und Dicke, so daß er bey 96 Fuß Länge im Ganzen nur 12 Quadratfuß Oberfläche hat. Sein Umfang ist dennoch nicht größer, als der Umfang eines nur 6 Fuß langen, aber 8 Zoll dicken Cylinders seyn würde; und hätte ein Cylinder von weißem Bleche oder von vergoldeter Pappe diese Größe und diese Verhältnisse, so würde man ihn für einen Leiter von sehr großer Capacität halten. Allein jene in

eine lange Reihe gestellten Stäbe übertreffen einen solchen dicken Cylinder sehr weit in Ansehung der Menge von Elektricität, die sie aufnehmen können, und in Ansehung der mächtigen Wirkungen, die sie hervorzubringen im Stande sind. Wenn meine Glasscheibenmaschine aufs kräftigste wirkt, so muß ich sie, um die Elektricität in der langen Reihe meiner Stäbe zur höchsten Spannung zu bringen, fünf und zwanzig bis dreissigmal umdrehen, und mehr Umdrehungen werden nicht erfordert, um eine kleine Leidner Flasche stark zu laden; da hingegen schon vier oder fünf Umdrehungen die stärkste Spannung in dem 6 Fufs langen Cylinder hervorbringen. Zieht man aus jenen Stäben und aus diesem Cylinder mit dem Finger einen Funken, so fühlt man ebenfalls den grossen Unterschied, der zwischen beiden Leitern Statt findet; denn obgleich man einen starken und lebhaften Funken aus dem Cylinder erhält, so ist dieser Funke doch weit kleiner und lange nicht so kräftig und erschütternd, als der Funke, den die Stäbe geben.

Wer also, ich wiederhole es, einen Leiter von kräftiger Wirkung haben will, der gebrauche statt der bisher angewandten dicken Cylinder, statt der Kugeln und anderer ähnlichen Körper meine hölzernen, mit Silberblättchen überzogenen und an ihren Enden der Länge nach unter einander verbundenen Stäben. Man wird mir einwenden, daß diese Vorrichtung, wo man die Stäbe der Länge nach hinter einander stellt, nicht immer so leicht und zuweilen gar nicht möglich ist, da dazu ein großes Zimmer oder ein langer Gang erfordert wird. Allerdings braucht man ein ziemlich großes Zimmer oder einen Gang; indessen ist es nicht nöthig, daß jenes oder dieser so lang seyen, als alle die Stäbe zusammen, da man sie nicht in eine einzige Reihe zu stellen braucht, sondern sie nach Belieben in zwey, drey, vier, in einer horizontalen Ebene parallel laufende Reihen, je nachdem das Zimmer oder der Gang breit ist, vertheilen kann. Ueberdem kann man unterhalb den erstern Reihen wieder andre Reihen, und unterhalb dieser zweiten Ordnung eine dritte u. s. w. stellen, je nachdem die Höhe des Zim-

mers es erlaubt. Nur muß jede Reihe von der andern drey bis vier Fuß entfernt seyn; eine sehr wichtige Bedingung, wovon wir den Grund sogleich aufsuchen werden. Nichts ist nun leichter, als alle diese Reihen vollkommen zu isoliren; man hängt sie vermittelst kleiner Schnüre auf; die Stäbe der ersten Ordnung an die Decke des Zimmers, die der zweiten Ordnung an die erste Ordnung u. s. w. Ein Blick auf die angehängte Kupfertafel wird Ihnen die ganze Vorrichtung deutlicher machen. AA, BB sind zwey Reihen an den kleinen Schnüren a a a a, b b b b hängender und vermittelst derselben an die Decke befestigter Stäbe. CC, DD sind zwey andere Reihen, die vermittelst der Schnüre c c c c und d d d d von der ersten Ordnung herabhängen. Auf dieselbe Weise kann man die dritte Ordnung an die zweite, und die dritte an die vierte u. s. w. befestigen; und jede Ordnung nicht bloß aus zwey Reihen, wie auf der beigefügten Kupfertafel, sondern aus drey, vier, kurz aus so viel Reihen, als man will, bestehen lassen. Um alle Reihen unter einander zu verbinden, so daß sie nur einen einzigen Leiter ausma-

chen, braucht man bloß ein Metallstäbchen quer über die in einer horizontalen Fläche hängenden Reihen zu legen, so daß es alle zusammen berührt, wie AB und CD; die über einander hängenden Ordnungen verbindet man durch ein andres Stäbchen, wie BD. Die Stäbe einer jeden Reihe müssen, wie man leicht sieht, sich unter einander berühren und an ihren Enden verbunden seyn; und obgleich ein jeder dies durch irgend ein Mittel leicht bewerkstelligen wird, so halte ich es doch nicht für überflüssig, hier das meinige mitzutheilen. Ich stecke in das Ende des einen Stabes ein Stück Eisendrath, und lasse dasselbe einen Zoll weit oder etwas darüber hervorstehen; diesen hervorstehenden Theil stecke ich in ein an dem Ende des andern Stabes angebrachtes Loch und wiederhole dies bey den übrigen Stäben der Reihe nach.

Jetzt wollen wir von der Entfernung der verschiedenen Reihen reden. Muß diese Entfernung denn nothwendig so groß seyn? Und würde es von so großem Nachtheile seyn, wenn man die einzelnen Reihen einander, statt bis auf drey oder vier Fuß, bis auf drey oder vier Zoll näher

te? Allerdings von sehr großem; die Capacität der Leiter würde unglaublich vermindert werden. Dies scheint freilich unglaublich, da die Oberfläche aller Stäbe unverändert dieselbe bleibt. Allein man bemerke, daß sie nicht mehr völlig frey ist, wie sie es doch vorher war. Man erwäge, daß, wenn man die Stäbe einander so nahe bringt, der eine Stab in den elektrischen Wirkungskreis des andern tritt. Aber welchen Einfluß hat der Wirkungskreis eines Körpers auf einen andern Körper, wenn dieser jenem ausgesetzt ist? Er erregt in demselben eine Spannung, eine gleichnamige Elektricität, die um desto stärker oder schwächer ist, je nachdem der Körper sich mehr oder weniger in der Atmosphäre des andern befindet, je nachdem er tief oder nur oberflächlich in diese Atmosphäre eingetaucht ist. Dies ist eine ausgemachte Wahrheit, und es ist hier nicht der Ort, den Grund jener Erscheinung aufzusuchen. Je stärker nun die elektrische Spannung eines Körpers schon vorher ist, eine desto geringere Menge ist er noch von derjenigen Elektricität, die er schon enthält, aufzunehmen im Stande, desto geringer ist seine Ca-

pacität dafür. Wenn also die Stäbe zu der Zeit, wo man ihnen zuerst Elektricität mittheilt, nur wenig von einander entfernt sind, so wächst die Spannung, welche die einem jeden Stabe mitgetheilte Elektricität eigentlich bewirken sollte, (wenn der Stab allein stände) wegen der Wirkung, die seine Nachbarn auf ihn äußern, außerordentlich; so daß, wenn in allen Stäben auf diese Weise eine größere Spannung hervorgebracht wird, alle auch folglich früher das Maximum ihrer Capacität erreichen. Wenn der Fall einträte, daß in einem Körper bloß von Seiten der elektrischen Wirkungskreise die größte Spannung hervorgebracht würde, so könnte derselbe schon keine eigene, (wohlverstanden, gleichnamige) Elektricität mehr aufnehmen; oder wenn er eine eben so starke Spannung erlangte, als der auf ihn wirkende Körper hat, so würde er von diesem nicht den kleinsten Funken bekommen, selbst dann nicht, wenn er ihn berührt, noch die mindeste Elektricität von ihm mitgetheilt erhalten. Und dies ist gerade der Fall mit dem elektrischen Brunnen, in dessen Tiefe der Eimer, auf den von allen Seiten

die elektrische Atmosphäre einwirkt, genau denselben Grad von Spannung erlangt, den der elektrisirte Brunnen hat, weswegen er denn auch durch Mittheilung nicht die mindeste Elektricität von den Wänden des Brunnens erhält.

Jetzt begreift man, warum die Elektricität in einem dicken und kurzen Cylinder, dessen Oberfläche nicht kleiner, ja sogar ein wenig größer ist, als die Oberfläche eines langen und schmalen Cylinders, viel schneller das Maximum ihrer Spannung erreicht, und warum sie sich folglich in letzterem in größerer Menge anhäufen kann. Wenn man sich vorstellt, die Oberfläche jenes dicken Cylinders sey in eben so viel länglichte Streifen oder Leisten getheilt, so wird man leicht sehen, daß die Spannung jeder einzelnen Leiste durch die Einwirkung der ihm zunächst liegenden Leisten vergrößert wird, und daß diese Spannung größer ist, als diejenige, welche die ihm mitgetheilte und ihm eigenthümlich zukommende Elektricität bewirken würde. Was erreicht man denn aber, wenn man den dicken Leiter mit einem verhältniß-

mässig längern vertauscht? Dies: man verringert wenigstens die Anzahl der vorher erwähnten Leisten; man schafft einen grossen Theil der von den Seiten her wirkenden Atmosphären fort, man befreit, wenn ich so sagen darf, die Oberfläche, wenn auch nicht von allen, doch von vielen erzwungenen und überlästigen Spannungen; und es bleibt folglich Platz für eine desto grössere Menge eigenthümlicher und freier Elektricität übrig.

Weiter habe ich mich über diese so fruchtbare Lehre von den elektrischen Wirkungskreisen, die geradesweges zu den vorzüglichsten elektrischen Erscheinungen und Gesetzen führt, nicht ausbreiten wollen; sondern es war bloß meine Absicht, dasjenige auf eine allgemeine Weise aus einander zu setzen, was mit dem Gegenstande, wovon ich reden wollte, in nothwendiger Verbindung stand. Ich hätte mich zu weit ausbreiten müssen, wenn ich bis zu den Grundsätzen hätte hinaufgehen wollen; allein ich schrieb einen Brief und keine Abhandlung, und dieser Brief ist für Sie bestimmt, mein Herr, für Sie, dem ich nichts mehr zu erklären brauche, und der

Sie vielleicht eben so viel über meinen Gegenstand zu sagen wissen, indem Sie zuerst mit jene Materie von den elektrischen Wirkungskreisen erläuterten und tiefer als ich in dieselbe eingedrungen sind. Uebrigens bestimme ich für eine eigene Abhandlung alles, was mich meine Beobachtungen über die Wirkung der elektrischen Atmosphären gelehrt haben, wovon Ihnen schon einige, und vorzüglich meine Bemerkungen über die Kraft der Spitzen aus verschiedenen Gesprächen, die ich mit Ihnen ein paarmal zu führen das Vergnügen hatte, bekannt sind.

§. 2.

Von der erschütternden Empfindung, die ein einfacher Leiter hervorzubringen im Stande ist.

Ich wüßte nicht, daß es irgend jemand gelungen wäre, von einem einfachen Leiter, einen starken, erschütternden Schlag zu erhalten, der dem Schlage, den die Leidner Flasche, oder das magische Quadrat giebt, völlig gleich käme; einen Schlag, den man in den Armen und in der Brust fühlt, der sich durch eine lange Kette von Menschen fort-

setzt, und sie alle kräftig erschüttert u. s. w. Es ist mir bloß bekannt, daß es den Herren Wilke und Aepin gelungen ist, den Versuch mit dem erschütternden Schlage mit zwey breiten leitenden Platten anzustellen, deren Flächen in einer geringen Entfernung einander gegenüber stehen, und wovon die eine positiv elektrisirte, oder die eine sehr große Menge Elektricität enthaltende, die andere nöthigt, einen Theil ihrer eigenthümlichen Elektricität fahren zu lassen*); und ich weiß, daß man dieses Phänomen dadurch hat er-

*) Diesen sehr originellen Versuch findet man in Aepin's sehr scharfsinnigem Werke: *Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi*, beschrieben und mit einer Erklärung begleitet; einem Werke, das schon vor zwanzig Jahren erschien, aber sehr selten ist, das ich ein einzigesmal Gelegenheit gehabt habe, flüchtig durchzulesen, und das, wie ich behaupten darf, von den meisten Physikern, die nach Erscheinung dieses Werkes über die Elektricität geschrieben haben, nicht genug gekannt, oder nicht völlig verstanden zu seyn scheint.

klären wollen, daß man annahm, eine Luftschichte lade sich auf dieselbe Weise, wie sich eine belegte Glasscheibe ladet, indem die beiden leitenden Flächen für die Luftschichte dieselben Dienste thäten, wie die Metallbelegungen für die Glasscheibe. Allein ich kann jetzt zeigen, daß hier weder eine geladene Schichte, noch eine doppelte Belegung, noch, um es mit einem Worte zu sagen, die Verbindung zweier entgegengesetzten Elektricitäten nothwendig ist, damit wirklich ein erschütternder Schlag erfolge, und daß ein einzelner, einfacher Leiter, wenn er nur groß genug ist, hinreicht, um einen Schlag zu geben, der der Qualität und Quantität nach dem Schlage aus irgend einer Leidner Flasche, oder aus dem magischen Quadrate völlig gleich kommt. Soviel sage ich im voraus, bevor ich es beweisen kann, wie ich es nachher in Ansehung des eine große Capacität besitzenden und aus zwölf Stäben bestehenden Leiters vollständig gethan habe, von welchem Leiter oben weitläufig die Rede gewesen ist, und den ich mir vorzüglich zum Behuf dieses Beweises verfertigt habe.

Wenn man jene erwähnten dünnen Stäbe in eine einzige, oder in mehrere Reihen (alle nur in der gehörigen Entfernung von einander) stellt, so daß sie zusammen 96 Fuß lang sind, sie dann gehörig elektrisirt, und hierauf den Finger in die Höhe hebt, um sie zu berühren, so schleudern sie demselben einen Funken entgegen, der den ganzen Arm, vorzüglich das Ellenbogengelenk und den Rist eines Fusses oder beider Füße erschüttert. Wenn eine oder mehrere andere Personen mir die Hand reichen, so fühlen sie eine ähnliche Erschütterung in den Arm- und Fußgelenken. Wiewohl nun schon dieser Schlag nach dem Zeugniß eines jeden Beobachters, der einen wirklichen Schlag kennt, dem Schlage völlig ähnlich ist, den eine ziemlich stark geladene Leidner Flasche giebt, wenn man bloß ihren Haken berührt, und sie mit ihrer untern Fläche auf einen nicht sehr trocknen Boden stellt, worauf ebenfalls die die Flasche berührende Person mit den Füßen steht, so ist er übrigens doch lange nicht so heftig, als der Schlag, den man dann bekommt, wenn man zu gleicher Zeit den Haken der Flasche mit der einen,

und den Bauch derselben mit der andern Hand berührt. Verlangen Sie aber einen Schlag von gleicher Stärke aus meinem Leiter? Nun so berühren Sie ihn mit einer Hand, während Sie mit der andern einen eisernen Drath anfassen, der sich in einen Brunnen, oder in die nasse Erde endiget; oder sorgen Sie nur dafür, daß der Boden des Zimmers stark mit Wasser besprenkt werde.

Diese Verbindung Ihres Körpers mit einem Metalldrath, oder einem andern guten, nicht unterbrochenen Leiter, der nach dem großen Erdbehälter geht, ist deshalb nothwendig, damit die außerordentlich große Menge Elektricität, die in meinem, eine vorzüglich große Capacität besitzenden Leiter angehäuft ist, einen freien Ausfluß habe, einen Ausfluß, den der bloße, wenn er trocken ist, schlecht leitende Boden nur einer kleinen Menge Elektricität verstattet, da er hingegen eine große Quantität nur allmählich und mit Schwierigkeit durchläßt. Ein sehr deutlicher Beweis hiefür ist, daß ein gewöhnlicher kleiner, oder ein mittelmässig, oder auch ziemlich großer Leiter, durch einen ein-

zigen Funken, den eine mit dem Boden unmittelbar in Verbindung stehende Person aus demselben zieht, (einen Funken, den diese Person bloß in dem getroffenen Finger, oder auch noch ein wenig höher hinauf fühlt,) aller seiner Elektricität beraubt wird, welche Elektricität in einem solchen Leiter wegen seiner geringen Capacität gleichwohl nur schwach ist, gesetzt sie wäre auch vorher bis zur höchsten Spannung darin angehäuft worden. Hat der Leiter hingegen eine sehr große Capacität, wie dies bey dem meinigen der Fall ist, so erhält man, wenn man ihn mit dem Finger oder mit einem Stücke Metall berührt, nach dem ersten starken Funken, der den Arm und den Rist des Fusses mälsig erschüttert, noch mehrere andere Funken, die zwar viel kleiner als der erste, aber dennoch stechend sind. Anders verhält sich der Versuch, wenn der Boden feucht genug ist, oder besser, wenn die den Leiter berührende Person zugleich den erwähnten eisernen, in die Erde gehenden Drath anfaßt; hier geht durch einen einzigen Funken, der noch einmal so stark, wie der obige, erschüttert, fast alle Elektricität des Leiters ver-

lohren. Hieraus sieht man also aufs deutlichste, wie der trockne Boden, der den Durchgang einer mäßig starken Elektricität ganz und gar nicht, oder doch wenigstens nicht merklich hindert, diesem Durchgang beträchtliche Schwierigkeiten in den Weg legt, wenn die Elektricität in einer vorzüglich grossen Menge vorhanden ist. Und noch deutlicher sieht man dies, wenn eine, zwey oder mehrere Personen, die Hand, das Bein, den Hals oder einen andern, nicht zu sehr durch die Kleidung bedeckten Theil derjenigen Person, die den Funken aus dem grossen Leiter zieht, berühren, oder wenn sie dieser Person bloß, ohne sie wirklich zu berühren, in einer sehr geringen Entfernung die Spitze des Fingers nähern; denn in dem Augenblick, wo jene den Leiter entladet, werden auch die andern Personen eine Erschütterung empfinden, und aus der Hand, dem Halse u. s. w. jener Person wird sichtbar ein Funke in die Fingerspitze dieser letztern überspringen. Der Ausgang dieses Versuchs bleibt in jeder Rücksicht derselbe, wenn man den Funken, statt ihn aus meinem grossen Leiter zu ziehen, aus dem

Haken einer stark geladenen Flasche lockt. In beiden Versuchen strömt die außerordentlich große Menge von elektrischem Feuer, die sich in derjenigen Person, die die Elektricität unmittelbar aus dem Leiter oder aus der Flasche erhält, anhäuft, nach verschiedenen Seiten, und verbreitet sich in mehrere Stralen, weil ihr der Boden nemlich keinen freien Durchgang verstattet, und weil sie denselben nicht auf einmal durchdringen kann, wobey sie sich dann vorzugsweise auf die bessern Leiter, die ihre Verbreitung mehr begünstigen, die eine größere Capacität haben u. s. w. wirft. Wenn man zum Beispiel mit der einen Hand eine starke eiserne Stange berührt, und mit der andern einen Funken aus dem Leiter zieht, so wird man einen Schlag in den beiden Armen, hingegen nicht mehr in dem Riste des Fusses fühlen; steht man mit jener eisernen Stange nicht unmittelbar, sondern vermittelst einer Kette von Personen in Verbindung, so werden alle gleich erschüttert. Die Erschütterung ist ferner desto stärker, je breiter der leitende Körper ist, womit die einzelne Person oder die Reihe von Personen in

Verbindung stehet, und je vollkommener dieser Leiter ist. Wenn man daher den Boden des Zimmers wohl anfeuchtet, so geht, vorzüglich wenn das Zimmer an der Erde liegt, ein großer Theil des elektrischen Stromes nicht mehr nach der in einer trocknen Wand befestigten eisernen Stange, wenn gleich eine Person aus der Kette sie berührt; sondern er nimmt vielmehr seinen Weg durch die Füße in den Boden; und man fühlt die Erschütterung am heftigsten in dem Riste des Fußes, und bis über das Knie hinauf. Und so verhält es sich mit allen übrigen Combinationen, die in der Erfahrung vorkommen könnten. Je nachdem der sich darbietende Weg aus guten oder schlechten Leitern besteht, ist auch die Erschütterung stärker oder schwächer, und man kann im voraus bestimmen, welcher Richtung derselbe Schlag folgen wird. Aber damit der Schlag so wenig wie möglich geschwächt werde und seine volle Kraft behalte, so daß er bis in die Brust gehet, muß man, wie ich schon erinnert habe, dafür sorgen, daß der große Leiter mit Leitern in Verbindung komme, die der ganzen, im Leiter angehäuften Menge von Elek-

Elektricität einen freien und ununterbrochenen Durchgang verstatten, so daß er sich durch einen einzigen Schlag völlig entladen könne. Und diese Forderung erfüllt man nicht besser, als wenn man aus dem Zimmer, worin man experimentirt, einen Metalldrath auf den Grund eines Brunnens leitet, oder das Ende des Draths in die feuchte Erde gehen läßt.

Ich mache mir zuweilen das Vergnügen, daß ich jemand den wirklichen und starken Schlag, den mein großer Leiter giebt, fühlen lasse, und dieser Person dann zugleich durch folgenden eben so schönen, als überzeugenden Versuch zeige, auf welche Weise und in welchem Grade der elektrische Strom den Weg durch die besseren Leiter vorzieht, und wie er diesen Weg genau während seines ganzen Laufes bis zu dem großen allgemeinen Elektricitätsbehälter verfolgt. Eine Person legt die Hand auf einen Tisch, worauf an eine kleine Platte das eine Ende eines Eisendraths befestiget ist, der nach einigen Windungen auf dem Boden des Zimmers, worin der Versuch angestellt wird, und das im drit-

ten Stockwerk liegt, zum Fenster hinausgeht, und längs der Mauer einige hundert Fuß fortlaufend, sich zuletzt mit seinem andern Ende in einem Brunnen endigt. Die Person legt, wie gesagt, die Hand auf den Tisch, und zwar so, daß sie mit den Spitzen der Finger nur einige Linien von dem Drathe oder der Platte entfernt bleibt. Eine andere unten in der Nähe des Brunnens befindliche Person schneidet daselbst den eisernen Drath in zwey Stücke, und faßt das eine Ende mit der rechten, und das andre mit der linken Hand an. Jetzt lasse ich die erste Person mit der freien Hand einen Funken aus dem großen Leiter ziehen, und siehe, jener Funke erscheint, aber zugleich bemerkt man einen zweiten starken und vollen Funken, der von der Spitze der auf dem Tische liegenden Finger zu der Platte oder dem Eisendrath überspringt, und selbst dann überspringt, wenn beide Körper auch über einen halben Zoll und selbst einen ganzen Zoll weit von einander entfernt sind; mittlerweile fühlt dieselbe Person eine kräftige Erschütterung in den Armen und in der Brust, und eine ähnliche, oder doch nur wenig schwä-

chere fühlt die andere neben dem Brunnen befindliche Person.

Alle diese und viele andere Versuche, die ich hier übergangen muß, dienen zum Beweise, daß der elektrische Strom, der auf einmal und plötzlich in den Körper tritt und schnell durch ihn hindurch fährt, die wirkliche und eigentliche Ursache der Erschütterung ist; daß diese letztere im genauesten Verhältnisse mit zwey Bedingungen steht, nemlich einestheils mit der Menge von Elektricität, die in einem Körper angehäuft ist, und anderntheils mit der Beschaffenheit des Auswegs, der sich ihrem Strome darbietet.

Man darf also keinen andern Grund mehr aufsuchen, und zu einer besondern Wirkungsweise der Elektricität bey der Entladung isolirender Platten, oder zu einer angenommenen Zurückwirkung, oder irgend einer andern unbekannten Qualität, seine Zuflucht nehmen. Hier wirkt keine andere Kraft, als diejenige, die wir elektrische Spannung nennen, die ferner nichts weiter ist, als das Bestreben der Elektricität, nach aussen zu dringen; welche Spannung oder welches Bestreben auf der

Oberfläche der geladenen Platte nicht größer seyn kann, als es in dem Leiter ist, woraus jene ihre Ladung erhält. Es ist ferner ungereimt, wenn man die hypothetischen Schwingungen der einzelnen Theile jener Platten hierher zieht und sich zum Behufe einer Erklärung einen eigenen Bau dieser Theile, eine eigne Gestalt der Poren und ähnliche Sachen ausdenkt. Die Hauptsache ist, daß man zu erklären suche, auf welche Weise eine so große Menge Elektricität sich auf der Fläche einer isolirenden belegten Platte ansammeln könne, wie es zugehe, daß ein Quadrat von wenigen Zollen eine solche wunderbar große Capacität haben könne, wie sie kaum ein Leiter von mehreren Fussen besitzt. Von diesem Phänomen finde ich die deutlichste Erklärung in der Theorie der elektrischen Wirkungskreise, denn es ist eine natürliche Folge von dem Umstande, daß eine Fläche sich ihrer eigenthümlichen Elektricität in dem Maasse entledigt, als die entgegengesetzte Fläche sich mit fremder Elektricität ladet. Doch hiervon werde ich an einem schicklicheren Orte Gelegenheit haben zu reden.

Noch will ich nicht weiter gehen, sondern erst zeigen, daß der Funke und die Erschütterung, die man aus einem einfachen Leiter erhält, die verschiedene Stärke angenommen; in keiner Rücksicht von dem Funken und der Erschütterung, die die Leidner Flasche giebt, verschieden sey; und daß selbst der Unterschied der Stärke nicht so beträchtlich sey, wenn man dem Leiter nur eine solche Größe giebt, daß er in Ansehung seiner Capacität einer von den beiden belegten Oberflächen der Leidner Flasche gleich kommt. In dieser Absicht will ich zuvörderst gewisse scheinbare, mehr ins Auge fallende, Verschiedenheiten hinwegräumen, und alsdann, indem ich die Versuche auf mannichfaltige Art combinire, die Erscheinungen beider unter einander vergleichen. Wie, wenn es mir gelingen sollte, Sie zu überzeugen, wie ich mich selbst überzeugt habe, daß der Erschütterungsversuch einem einfachen Leiter nicht minder angehört, als der Leidner Flasche oder dem magischen Quadrat? daß ein starker elektrischer Strom die erwähnte Wirkung in dem Körper, den er schnell und auf einmal

durchdringt, hervorbringt, auf welche Weise und von welcher Seite die Elektricität, die diesen Strom bildet, auch frey geworden sey?

Da Sie die vorgeblichen Verschiedenheiten bündiger und schöner als irgend ein anderer einander gegenüber gestellt haben, so erlauben Sie mir, daß ich mich hier an Ihre eigenen Worte halte. Sie drücken sich in der 13ten Thesis Ihrer treflichen Dissertation folgendermaassen aus: „Quantumcunque electricum fluidum in uno corpore, si vitrum excipias, condensatum fuerit, et quantumcunque in altero rarefactum, corpus per quod aequilibrium restituitur, commotionem nunquam experitur; validissimae quidem, crepitantes, pungentes, lucentes, magnaque e distantia prodeuntes erumpunt scintillae, sed absque illo singulari commotionis sensu, qui facile cognoscitur, difficile describitur. Nec in doloris quantitate stat differentia, sed in ipso genere sensus; levissima enim commotio a fortissima scintilla omnino differt, licet haec plus doloris, quam illa afferat.”

Was nun das besondere Gefühl, das man dadurch, daß man es Erschütterung nannte,

treffend genug bezeichnet hat, betrifft, so bleibt mir hier nichts mehr übrig, als daß ich Sie auf meine oben beschriebenen Versuche verweise und Sie um die Wiederholung derselben bitte. Ich füge zu denselben bloß nur noch hinzu, daß der Schlag, den mein großer Leiter giebt, dem Schlage aus der Leidner Flasche so ähnlich ist, daß er selbst den in elektrischen Versuchen Geübtesten täuschen könnte. Ich wollte, Sie wären hier, mein theurer Freund, und ich könnte Sie Schläge fühlen lassen, wovon Sie nicht wissen würden, ob sie aus einer geladenen Flasche oder bloß aus meinem einfachen Leiter kämen; nein, Sie würden es nicht wissen, falls Sie nicht mit Augen sähen, was vorgieng; sähen Sie aber nichts von dem allen, befänden Sie sich z. B. in einiger Entfernung von dem Zimmer, in welchem ich operire, und hielten Sie bloß zwey eiserne Dräthe, den einen mit der rechten, den andern mit der linken Hand, so würde es aufs Errathen ankommen und nicht selten würden Sie sich irren.

Also Ihre obige Behauptung wäre unrichtig, die Behauptung nemlich, daß, wie

stark die Elektricität auch in einem Leiter verdichtet und in einem andern verdünnt worden sey, der Körper, durch welchen beide Elektricitäten sich wieder ins Gleichgewicht setzen, indem sie ihren Weg durch ihn nehmen, die besondere Empfindung nicht habe, die wir Erschütterung nennen? Nein, das nicht; sie gilt von unsern gewöhnlichen Leitern, deren Capacität nur gering ist, nicht aber von solchen Leitern, die eine sehr große Capacität besitzen. Erinnern Sie sich an die beiden großen Platten des Aepin, wovon die eine positiv, die andere negativ geladen ist, und die demjenigen, der beide zugleich berührt, einen wirklichen Erschütterungsschlag geben. Aber auch ohne mich auf den Gegensatz zweier entgegengesetzt elektrisirten Körper zu berufen, verweise ich auf meinen langen Leiter, der demjenigen, der, in mittelbarer oder unmittelbarer Verbindung mit dem feuchten Boden, einen Funken aus ihm zieht, einen wirklichen und deutlichen Erschütterungsschlag giebt.

Ich habe gesagt, daß Ihre Behauptung alsdann richtig ist, wenn man mit gewöhnli-

chen Leitern von einer geringen Capacität experimentirt. Wenn der Leiter nur nicht zu den kleinsten gehört, wenn er z. B. aus einem vier bis fünf Fuß langen oder auch aus einem noch kürzern Cylinder besteht, und man ihn bis zu einer so grossen Spannung elektrisirt, daß er dem ihn berührenden Finger jene, wie Sie sie nennen, knisternde, stechende und in einer grossen Entfernung zum Vorschein kommende Funken giebt, so haben Sie, um aus demselben einen zwar schwachen, aber doch wirklichen Erschütterungsschlag zu erhalten, auf jeden Fall nichts weiter zu thun, als daß Sie mit dem Finger der einen Hand den in die feuchte Erde gehenden eisernen Drath berühren, während Sie mit dem Finger der andern Hand jenen lebhaften Funken aus dem Leiter ziehen, wo Sie dann in beiden Fingern die Empfindung von einem Stechen bemerken und die Gelenke dieser Finger, und selbst das Handgelenk, erschüttert fühlen werden. Wenn die Erschütterung nicht bis in die Brust und nicht einmal bis in die Ellenbogen dringt, so müssen Sie dagegen in Anschlag bringen, daß die Erschütterung, die eine sehr

kleine oder schwach geladene Leidner Flasche giebt, eben so wenig bis dahin dringt. In beiden Fällen liegt der Grund in der geringen Menge Elektricität, die durch Ihren Körper dringt; denn sowohl die in dem nicht sehr grofsen Leiter, als die in der äufserst kleinen Flasche angehäuften Menge Elektricität ist sehr gering. Wie? Sollte man nicht eine Leidner Flasche von einer solchen auferordentlich geringen Capacität oder von so dickem Glase zu verfertigen im Stande seyn, dafs sie, wenn sie auch so stark als möglich geladen wäre, doch höchstens nur das erste Fingergelenk erschüttern könnte, und dieses nicht einmal, sondern dafs man kaum ein schwaches Stechen in der Spitze des kleinen Fingers fühlte, wenn man damit die äufsere Bekleidung der Flasche berührte, während man den etwas stechenden und lebhaften Funken aus dem Haken zöge? Einen solchen Erschütterungsschlag, der so schwach ist, dafs man ihn kaum so nennen kann, wird Ihnen doch gewifs ein einfacher Leiter von geringem Umfange, ein Cylinder von einem Fusse oder etwas drüber geben, wenn Sie ihm eine Hand nähern, wäh-

rend Sie mit der Spitze des kleinen Fingers den nach einem Brunnen führenden Ableitungsdraht berühren. So wie nun aber (um jetzt von den äußerst niedrigen Graden der Stärke, worauf wir sowohl den Erschütterungsschlag der Flasche, als den des Leiters zurückgeführt haben, zu höhern hinaufzusteigen,) der Erschütterungsschlag der kleinen Flasche höher hinauf, bis in die Fingergelenke, in das Handgelenk, in die Ellenbogen, in die Schultern und in die Brust dringt, so wie und in dem Verhältnisse als sie mehr Capacität bekommt und stärker geladen wird, so steigt auch die Kraft des einfachen Leiters in dem Verhältnisse als sein Umfang und seine Capacität zunehmen. Auf diese Weise geben vier von meinen Stäben, die zusammen 32 Fuß lang sind, schon einen Erschütterungsschlag, den man bis in die Ellenbogen fühlt, und der dem Schlage völlig gleich kommt, den eine Leidner Flasche von 2 bis 3 Quadratzoll belegter Oberfläche oder von 5 bis 6 Quadratzoll Oberfläche, wenn sie aus dickem Glase besteht, giebt (bekanntlich nimmt eine isolirende Platte eine desto schwächere elektrische Ladung an, je

dicker sie ist, eine Erscheinung, die aus der Theorie der elektrischen Atmosphären erklärt wird, wie ich dies in einer andern Abhandlung zeigen werde); alle zwölf Stäbe zusammen (sie machen eine Länge von 96 Fufs aus) geben, wie ich schon mehreremale gesagt habe, einen Schlag, der bis in die Brust dringt und der nicht weniger stark ist, als der Schlag, den man von einer mäfsig dünnen Glasscheibe von vier Quadratzoll belegter Oberfläche erhält. Hieraus sieht man insbesondere, wie der Umfang des einfachen Leiters im Vergleich mit der Gröfse der Flasche sehr grofs seyn muß, wenn beide eine gleich grofse Capacität haben sollen. Ein Umstand, der, um es hier noch einmal zu wiederholen, vortreflich aus der Theorie der elektrischen Wirkungskreise erklärt wird, wie ich es auch am gehörigen Orte thun werde. Ich gehe zu einer andern Stelle Ihrer Dissertation über, die sich in der der 12ten Thesis beigefügten Note befindet. „Omnia, „sagen Sie,“ phaenomena, quae attentus miratur observator, dum ingens lagena, vel „magna tabula magica, oneratur, ostendunt „electricum fluidum a globo suppeditum, in-

„cognitae impulsione actione, totis viribus
 „ruere in vitrum aquae vel metallo subpositum.
 „Etenim lentissime interea ascendit subereus
 „electrometri globulus, brevissimae sunt scin-
 „illae ex propagatore, et omnino diversae ab
 „eis, quae absente phiala educuntur. Hae sci-
 „licet albae, unicam explosionem, unicum cre-
 „pitum cum unica punctione edunt. Illae rubel-
 „lae, plures simul ad exiguam distantiam exe-
 „untes, digitum cum acerbo dolore continuo-
 „que sibilo rodunt; quasi aegre et invite armatam
 „vitri superficiem desereret fluidum electricum.
 „Quis nitidam illorum factorum dedit expli-
 „cationem? Nemo, ut opinor. Desunt ad-
 „hucdum sat magno numero collectae obser-
 „vationes, desunt experimenta.”

Was die von Ihnen vermifsten Versu-
 che und Beobachtungen betrifft, so schmeich-
 le ich mir, dieselben angestellt zu haben, und
 hoffe, daß sie Ihnen völlig gnügen werden.
 Sie vermuthen gewifs schon, was ich sagen will,
 daß nemlich jene mehr scheinbaren als wirkli-
 chen Verschiedenheiten daher rühren, daß man
 einen Leiter von nicht hinreichend großer Ca-
 pacität mit Flaschen verglichen hat, die, gegen

den Leiter genommen, eine zu große Capacität hatten. In der That, wo ist der ungeheure Leiter, den man in Ansehung seiner Wirkung einer großen Leidner Flasche oder einem großen magischen Quadrate gegenüberstellen kann? Nehmen Sie bey Ihrem Urtheile über diesen Gegenstand darauf Rücksicht, daß mein 96 Fuß langer Leiter keine größere Capacität hat, als eine kleine Flasche oder eine Glasscheibe von 4 Quadratzoll belegter Oberfläche. Wiederholen Sie also die Versuche mit einer Flasche, die nicht größer ist, und mit einem Leiter, der nicht kleiner ist, als die eben angegebenen, und alle scheinbaren Verschiedenheiten werden sich auf eine bewundernswürdig vollkommene Gleichheit zurückführen lassen. Wenn Sie dem isolirten Leiter Elektricität mittheilen, werden Sie bemerken, wie das Elektrometer allmählig steigt und zwar weder langsamer noch schneller, als es beim Laden der kleinen Flasche steigt; wie für beide eine gleiche Anzahl Umdrehungen erfordert wird, um in beiden die Elektricität durch die Maschine bis zu einer gewissen Spannung anzuhäufen.

Dafs das Elektrometer so äufserst langsam steigt, wenn Sie Ihren Leiter mit der grofsen Flasche oder dem grofsen magischen Quadrat in Verbindung bringen, das rührt nicht von der aufserordentlich grofsen Capacität der Flasche oder des Quadrats her. Ein einfacher Leiter von so viel tausend Fufs Länge, dafs er jenen Werkzeugen an Capacität gleich käme, würde Ihnen ganz gewifs dieselbe Erscheinung zeigen und eine gleiche Anzahl Umdrehungen erfordern, um bis zu derselben Spannung elektrisirt zu werden; er würde gleichfalls dieselben kurzen, röthlichen, beissenden, mit jenem anhaltenden Gezisch begleiteten Funken geben, die Ihnen das sich ladende magische Quadrat bey der Berührung giebt. Ja, der übermäfsig grofse Leiter, wovon ich hier rede, würde Ihnen, wenn Sie ihn, ehe noch die Elektricität darin bis zu einer sehr grofsen Spannung angehäuft wäre, berührten, ähnliche kurze, röthliche und beissende Funken geben; denn wenn die Elektricität einmal bis zu dieser Spannung irgendwo angehäuft ist, es mag nun in einem kleinen oder in einem grofsen Leiter oder auch

selbst in einer Flasche seyn, so springt ein deutlicher und lebhafter Funke in einer grössern oder geringern Entfernung aus denselben hervor; und zwar bewirkt der Funke bloß in der Haut eine stechende Empfindung, wenn er aus einem nicht sehr grossen Leiter kommt; er erschüttert hingegen die Arme und Beine, wenn er von einem sehr grossen Leiter oder von einer Flasche herrührt; und nach diesem erschütternden Funken folgen die vorher erwähnten kleinen, beissenden. Solche wiederholte und eine kurze Zeit lang anhaltende Funken erhalte ich schon aus meinem 96 Fuss langen Leiter, wie ich oben schon, wo die Rede von meinen ersten Versuchen war, erwähnt habe; und noch beissendere Funken giebt der sehr lange eiserne Drath des Blitzableiters, wie ich ebenfalls schon gesagt habe und Sie es selbst erfuhren, und worüber Sie uns mehrere Bemerkungen mitgetheilt haben; diese Funken vermehren sich noch, wenn ich, wie ich es zuweilen zu meinem Vergnügen thue, jenen Drath des Blitzableiters mit meiner Reihe von Stäben verbinde, und aus diesen zusammen einen einzigen Leiter mache.

mache. Wenn die Funken, die ich alsdann
 erhalte, auch nicht so lebhaft und nicht so
 anhaltend sind, als diejenigen, die man aus
 einem grössen Quadrat erhält, so kommen sie
 doch völlig den Funken aus einer mässig gro-
 ssen und auf dieselbe Weise berührten Fla-
 sche gleich; und man kann aus der Beschaf-
 fenheit derselben abnehmen, von welcher
 Art sie seyn würden, wenn der Leiter noch
 weit grösser wäre. Denn wenn man aus einem
 nur wenige Zoll langen Leiter, (bloß mit ei-
 nem solchen haben Sie, wie ich glaube, ex-
 perimentirt) den man bis zu einer starken Ten-
 sion elektrisirt hat, einen oder zwey helle
 und deutliche Funken erhalten kann, die ihn
 aber auf einmal seiner ganzen Elektricität be-
 rauben, indem diese letztere nicht so stark
 ist, daß der trockne Boden ihre Strömungen
 merklich aufhalten könnte; so erhält man im
 Gegentheil von einem beinahe 100 Fufs lan-
 gen Leiter bey einer geringen Spannung seiner
 Elektricität, ehe er seine Elektricität gänz-
 lich verlohren hat, wiederholte Funken;
 und nun folgt es schon von selbst und wir
 dürfen wohl annehmen, daß ein Leiter von

acht bis zehnmal größerer Capacität, der ebenfalls bis zu einer geringen Spannung elektrisirt ist, uns eine lange Zeit hindurch eine große Menge ähnlicher, aber weit beissenderer und zischenderer, Funken geben wird.

Ich habe mehreremal Gelegenheit gehabt zu bemerken, daß eine kleine Flasche von wenig Zollen belegter Oberfläche eine Capacität für eine so große Menge Elektricität besitzt, als ein einfacher, mehrere Fuß langer, Leiter kaum fassen kann; und ich habe noch bestimmter festgesetzt, daß mein 96 Fuß langer Leiter einer belegten Glasscheibe von vier Quadratzoll belegter Oberfläche gleichkommt, wobey übrigens zu bemerken ist, daß ein dünneres Glas mehr, ein dickeres weniger Capacität hat. Es bleibt mir nun noch übrig, Ihnen die Versuche besonders aus einander zu setzen, wodurch ich die respektiven Capacitäten des Leiters und des belegten Glases unter einander vergleiche. Diese lassen sich eigentlich auf zwey zurückführen. Der eine besteht darin, daß ich beobachte, wie viel Elektricität aus meiner

Maschine erforderlich ist, um sowohl den Leiter als die kleine Flasche bis zu einem bestimmten Grade der Tension zu elektrisiren, was sich ziemlich genau durch die Umdrehungen der Scheibe oder der Kugel meiner Elektrisirmaschine messen läßt, die in beiden Fällen nöthig sind, wenn das Elektrometer bis zu einem gewissen Punkt steigen soll. Der andre Versuch besteht darin, daß ich, in so weit ich mich hierin auf den Gefühlssinn verlassen kann, die Stärke der Erschütterungen, die eine kleine geladene Flasche und der elektrisirte Leiter hervorbringen, unter einander vergleiche. Was nun den ersten Versuch betrifft, so schliesse ich, wenn beinahe eben so viel Umdrehungen der Maschine für meinen großen, 96 Fuß langen Leiter, als für eine kleine Leidner Flasche von vier Quadratzoll Belegung erfordert werden, daß beide eine beinahe gleich große Capacität besitzen. Und so verhält es sich auch wirklich. Sie werden sich an das erinnern, was ich oben gesagt habe, daß sowohl um den vorher erwähnten Leiter bis zur größten Spannung zu elektrisiren, als auch um eine Flasche von der ange-

gebenen Gröfse so stark als möglich zu laden, 25 bis 30 Umdrehungen meiner Scheibenmaschine, wenn die Elektricität stark ist, nothwendig sind.

In Ansehung der Erschütterung habe ich alles gesagt, wenn ich sage, dafs sie, sie mag nun von dem Leiter oder der Flasche herrühren, gleich stark ist, wenn die Spannung in beiden anders nur dieselbe ist. Ich pflege deshalb die kleine Flasche und den Leiter bey demjenigen Tensionsgrade zu vergleichen, wo sie schon anfangen, elektrische Funken in die Luft, (jene aus ihrem Knopfe oder Haken und dieser aus einem ähnlichen Knopfe oder aus seinem abgerundeten Ende) auszusprühen. Um noch gewisser zu seyn, dafs die Spannung in beiden gleich sey, elektrisire ich die kleine Flasche und den Leiter, beide zusammen auf einmal und untersuche dann die Stärke ihrer Ladungen einzeln, die der Flasche nemlich dadurch, dafs ich dieselbe auf die gewöhnliche Weise, wo man mit der einen Hand ihren Bauch und mit der andern ihren Haken berührt, entlade, die des Leiters hingegen nach meiner Methode, nach welcher ich mit der

einen Hand den Funken daraus ziehe, während ich mit der andern den eisernen, in die Erde gehenden Drath anfasse. Wenn ich nun bey einem auf diese Weise und mit der größten Sorgfalt angestellten Versuche bemerke, daß die Erschütterung, die die Flasche giebt, eben so stark ist, als diejenige, die der Leiter hervorbringt, so urtheile ich, daß die Capacität beider gleich groß sey. Und die Richtigkeit dieser Verfahrensart habe ich noch neulich durch sehr mannichfaltige und schöne Abänderungen meiner ersten Versuche bestätigt gefunden.

1. Ich elektrisire sowohl den Leiter als die kleine Flasche bis zur größten Spannung, allein beide verschieden, jenen positiv und diese negativ. Wenn ich nun mit der einen Hand den schon oft erwähnten eisernen, in die Erde gehenden Drath berühre, den ich künftig kürzer den Ableitungsdrath nennen werde, und mit der andern die kleine Flasche anfasse und dann den Haken derselben an den Leiter bringe, so bricht ein starker Funke hervor und ich bekomme einen so starken Erschütterungsschlag durch die Arme und

die Brust, als wenn ich die Flasche unmittelbar durch meinen Körper hindurch entladen oder als wenn ich den Funken unmittelbar aus dem Leiter bekommen hätte. Wenn ich den Leiter und die Flasche nachher untersuche, so finde ich weder in dieser, noch in jenem die mindeste, oder nur eine ganz unbedeutende Ladung mehr.

Die diesen Versuch begleitenden Erscheinungen erklären sich von selbst, vorausgesetzt, daß der Leiter und die kleine Flasche eine gleich große Capacität besitzen. Denn so viel Elektricität, als der Leiter zu viel hatte, so viel hatte die innere Fläche der elektrischen Flasche zu wenig, und eben so viel war wieder auf der äußern Fläche dieser letztern angehäuft, (dies muß man nach der Theorie der elektrischen Ladungen annehmen); so wie man nun den Haken der kleinen Flasche dem Leiter nähert, so bekommt dieser letztere Gelegenheit, sich seiner überflüssigen Elektricität zu entledigen, die nun grade hinreicht, um den Mangel der innern Oberfläche der Flasche zu ersetzen, die deswegen eine gleiche Menge der auf ihrer äußern Fläche angehäuften Elektricität fahren

lassen muß, und zwar auf einmal fahren lassen muß, wo diese Elektricität dann in meine die Flasche berührende Hand übergeht, und von da durch meinen Körper und endlich in den Ableitungsdrath dringt, um sich alsdann in dem allgemeinen Elektricitätsbehälter, der Erde, zu verlieren.

2. Ich wiederhole denselben Versuch, nur auf eine umgekehrte Art, d. h. ich elektrisire das Innere der Flasche positiv und den Leiter negativ. Es erfolgt dieselbe Erschütterung und dieselbe völlige Vernichtung der elektrischen Ladung sowohl in der Flasche, als in dem Leiter, u. s. w.

Auch die Erklärung dieses Versuchs ist sehr leicht. Das Uebermaafs von Elektricität auf der innern Fläche der Flasche ist grade hinreichend, um den Mangel von Elektricität im Leiter zu ersetzen; allein dieser Proceß macht einen andern nothwendig; der äußeren, ihrer Elektricität beraubten Fläche der Flasche muß so viel Elektricität wiedergegeben werden, als ihr vorher geraubt worden ist, und dieser Ersatz geschieht durch den Ableitungsdrath aus dem allgemeinen Elektricitätsbehälter,

so daß der elektrische Strom durch die Person, die jenen Drath mit der einen, und die Flasche mit der andern Hand angefaßt hat, hindurchgeht. Die Erschütterung, die beständig die Wirkung eines durch den Körper dringenden elektrischen Stroms ist, und die mit der Stärke dieses Stroms und der Schnelligkeit seines Laufs in einem graden Verhältnisse steht, muß deshalb, wie man leicht einsieht, für das Gefühl derjenigen völlig gleich seyn, die durch die unmittelbare Entladung jener Flasche durch den Körper, oder durch die ebenfalls unmittelbare Einwirkung eines Funkens aus dem großen Leiter auf denselben bewirkt werden würde, und da der Strom in beiden Fällen gleich stark und reißend ist, so ist es sowohl in diesem als in dem ersten Versuche einerley, ob er seinen Lauf vom rechten Arm nach dem linken oder vom linken nach dem rechten nimmt, ob seine Richtung vom Leiter nach der Erde hin, oder von der Erde nach dem Leiter hin gehet.

3. Ich lade bloß die kleine Flasche positiv, und nachdem ich sie angefaßt, nähere ich ihren Haken dem Leiter, der gar keine Elektrizität, weder negative noch positive, hat. Jetzt

entladet sich die kleine Flasche nur zur Hälfte, und ich fühle eine Erschütterung, die grade halb so stark ist, als die Erschütterung, die mir dieselbe Flasche gegeben hätte, wenn ich sie unmittelbar durch meinen Körper völlig entladen hätte. Ein solcher Schlag, von dem ich sage, er sey nur halb so stark, hat indessen doch noch eine mäfsige Kraft, und ich fühle ihn, wenn die kleine Flasche vorher bis zu einer großen Spannung geladen war, ziemlich stark bis in die Ellenbogen, und selbst bis in die Brust.

Offenbar theilt hier die innere Oberfläche der kleinen Flasche bey ihrer Entladung dem Leiter so viel von der Elektricität, die sie zuviel hat, mit, als zur Wiederherstellung des Gleichgewichts der elektrischen Spannungen in beiden, der Flasche und dem Leiter, erfordert wird; die ganze Quantität der in der Flasche angehäuften Elektricität vertheilt sich daher zwischen beiden nach Verhältniß ihrer respektiven Capacitäten. Wenn nun aber jeder Theil eine Hälfte bekommt, die Flasche eine und der Leiter die andre, so ist dies ein sicherer Beweis, daß beide eine gleich große

Capacität besitzen. Und grade dasselbe schliesse ich aus der Erschütterung, wovon ich vorher gesagt habe, daß sie halb so stark sey, als die von der ganzen Ladung bewirkte; und dies bestätige ich noch mehr durch die noch in der kleinen Flasche zurückgebliebene, und durch die dem Leiter mitgetheilte Elektricität; denn wenn ich die kleine Flasche noch besonders entlade, so erhalte ich einen andern Erschütterungsschlag, der halb so stark ist, als der erstere, und einen dritten von gleicher Stärke bekomme ich endlich, wenn ich den Leiter ebenfalls besonders berühre.

4. Jetzt wiederhole ich den Versuch, indem ich ihn umkehre, und bloß den Leiter positiv elektrisire, und ihm alsdann den Haken der gar nicht geladenen Flasche nähere. Diese letztere wird hierdurch nun so stark geladen, als es durch die Hälfte der in dem Leiter angehäuften Elektricität, die ihrer innern Fläche jetzt mitgetheilt wird, geschehen kann; und ich bekomme durch die Einwirkung einer eben so grossen Menge Elektricität, die von der äußern Fläche derselben Flasche fortgestossen wird, einen verhältnißmässig starken Schlag,

einen Schlag, der halb so stark ist, als der, den mir der Leiter geben würde, wenn alle Elektricität, die er enthält, unmittelbar in meinen Körper strömte. Berühre ich dann nachher die beiden Flächen der kleinen Flasche oder den Leiter, d. h. diesen besonders und jene besonders, so bekomme ich, wie vorher, noch zwey andre Schläge, die sowohl dem ersten, als auch unter sich einander, gleich sind.

5. Die beiden letztern Versuche wiederhole ich mit der Veränderung, daß ich anstatt der positiven negative Elektricität anwende, und die Resultate fallen nach Erwartung aus. Ich bekomme die drey halbirten Schläge, (d. h. drey Schläge, wovon ein jeder halb so stark ist, als der Schlag ist, den ich bey einer völligen Entladung erhalte); und zwar den ersten, wann der Funken zwischen dem Haken und dem Leiter zum Vorschein kommt, den zweiten und den dritten, wenn ich den Leiter und die kleine Flasche, diese besonders und jenen besonders, völlig entlade.

Ich habe immer vorausgesetzt, daß man bey diesen Versuchen mit einer Hand den in die Erde gehenden eisernen Drath hält, mit

der andern hingegen den Leiter unmittelbar oder mittelst der kleinen Flasche entladet. Berührt die Person, welche die Versuche anstellt, nicht auf irgend eine Weise einen nicht unterbrochen leitenden Körper, steht sie bloß mit dem trocknen Boden oder andern schlechten oder unterbrochenen Leitern in Verbindung, so wird der elektrische Strom mehr oder wenig in seinem Laufe aufgehalten, so daß die Entladung nicht mehr auf einmal, sondern erst allmählig, in einiger, freilich nicht langer, Zeit geschieht; und dies ist schon ein hinreichender Grund, daß man einen weit schwächern Schlag bekommt.

Alle diese eben erwähnten Versuche, deren gesamtes Resultat mich bestimmt, die Capacität meines 96 Fuß langen Leiters der Capacität einer kleinen Flasche von vier Quadratzoll belegter Oberfläche beinahe gleich zu schätzen, habe ich nachher zu meinem Vergnügen mit andern Flaschen von größerer oder geringerer Capacität wiederholt. Wenn ich eine Flasche von 3 Quadratzoll Belegung und eine andere von mehr als 4 Quadratzoll Belegung aber von sehr dickem Glase nehme, so

bemerke ich, daß diese dem Leiter mehr als die Hälfte ihrer Ladung mittheilt, da hingegen jener einer solchen Flasche weniger als die Hälfte seiner Elektricität abgiebt, wo dann auch dieser Vertheilung zufolge der Schlag des Leiters immer stärker ist, als der Schlag aus der Flasche. Grade das Gegentheil erfolgt, wenn ich den Versuch mit Flaschen von 5 — 6 — 8 Quadratzoll Belegung anstelle. Diese rauben dem Leiter verhältnißmäßig mehr Elektricität, als die Hälfte seiner Ladung, und geben ihrestheils dem Leiter weniger, als die Hälfte ihrer Ladung, und die Schläge, die sie hervorbringen, sind daher stärker, u. s. w. Wenn man ferner beide Werkzeuge (den Leiter und die Flasche) auf eine entgegengesetzte Weise, das eine positiv und das andre negativ (übrigens bis zu gleicher Spannung) elektrisirt, und nun beide unter einander in Berührung bringt, so daß sie sich einander gegenseitig entladen, so ist in demjenigen, das von beiden die größte Capacität besitzt, dies mag nun der Leiter oder die Flasche seyn, die ganze Ladung noch nicht zerstört, sondern es befindet sich darin noch ein im Verhältniß, als die Differenz der

Capacitäten gröfser oder kleiner ist, gröfserer oder kleinerer Rückstand von Elektricität, da hingegen der weniger Capacität besitzende Leiter oder die weniger Capacität besitzende Flasche nicht allein seine oder ihre ganze vorige Ladung verlohren hat, sondern selbst auf die entgegengesetzte Weise, also positiv, wenn die Ladung vorher negativ war, und umgekehrt, und zwar ebenfalls nach Verhältniß der Differenz der Capacitäten geladen ist.

Weitere ähnliche Abänderungen jener Versuche würden überflüssig seyn, und ich überlasse Ihnen, mein Herr, gern das Geschäft, sie nach Ihrem Belieben zu vervielfältigen und auf verschiedene Weise abzuändern, wo Sie dann mit Vergnügen bemerken werden, daß die Resultate Ihrer Erwartung beständig entsprechen, d. h. daß sie immer dem gemäß ausfallen werden, was Sie in Erwägung der respectiven, gleichen oder ungleichen, Capacitäten und der immer gleichen Spannung, wozu sich die Elektricität bey ihrem Uebergange aus dem Leiter in die Flasche, oder aus dieser in jenen erheben muß, zum voraus bestimmen. Ich wünsche recht sehr, daß Sie doch wenig-

stens einige Versuche bald anstellen mögen, die dann bey Ihrem mir bekannten Scharfsinn zum Verständniß alles übrigen für Sie schon hinreichen werden. Sie brauchen übrigens dazu nicht grade einen Leiter von der Gröfse des meinigen. Sie besitzen einen schönen, schon fertigen, von sehr großer Capacität, und das ist der lange Ableitungsdrath Ihres Blitzableiters. Ich erinnere mich noch ganz lebhaft, wie dort hinter dem Garten in dem niedlichen Zimmerchen, worin alles mit der größten Eleganz geordnet ist, und innerhalb des mit Glasfenstern und Thüren versehenen Verschlages die zwey kleinen Klocken stehen, zwischen welchen das kleine Pendel spielt; ich denke es mir mit Freuden, wie Sie jetzt eine kleine Leidner Flasche ergreifen, wie Sie mit dem Haken derselben die kleine Klocke oder den von der metallnen Stange ausgehenden und zugleich mit ihr isolirten Drath berühren, während Sie die andere Hand der andern kleinen Klocke oder dem Metalldrathe nähern, der in die Erde geht, und den wir den Sicherheitsdrath (filo di salute) nennen. Ohne Zweifel werden Sie bald einer Flasche die gehörige Gröfse zu

geben oder eine solche auszuwählen wissen, die beinahe dieselbe Capacität hat, als ihr Leiter, um alsdann bald wechselsweise die Ladung der Flasche durch die entgegengesetzte Elektricität des Leiters zu vernichten, oder bald die Stärke der ganzen und halbirten Schläge, die beide geben, unter einander zu vergleichen u. s. w.

Ich kann nicht umhin, Sie auf den Umstand aufmerksam zu machen, daß es, um die Leidner Flasche völlig zu entladen, und noch weniger, um daraus einen wirklichen Schlag zu erhalten, nicht unumgänglich nothwendig ist, daß die von der positiv geladenen Fläche abgestoßene Elektricität nach der entgegengesetzten negativ geladenen Fläche durch eine ununterbrochene Reihe von Leitern oder durch den so genannten leitenden Bogen (*arco conduttore*) gehe, wie man dies allgemein glaubt. Es ist allerdings nothwendig, daß die auf jener Fläche angehäuften Elektricität in ihrer Nähe einen Körper finde, zu welchem sie übergehen könne, oder daß sie einen Entlader antreffe, der ihr einen freien Durchgang verstatte, und daß es der negativ geladenen Fläche nicht an

einer Quelle fehle, aus der sie ihren Mangel ersetzen könne, worin denn auch der Grund liegt, weshalb der leitende Bogen das allerbeste Werkzeug zur Entladung ist, da er die beiden Flächen der Flasche auf eine solche Weise unter einander verbindet, daß beide sich gegenseitig sehr leicht und vollkommen ins Gleichgewicht setzen können. Indessen können doch beide Körper, derjenige sowohl, der die positive Fläche entladet, als derjenige, der der negativen die ihr geraubte Elektricität wiedergiebt, von einander unabhängig und völlig getrennt seyn, und demohngeachtet eine ganze oder halbe Entladung veranlassen und den damit verbundenen Schlag bewirken. Und geht dies nicht auch aus den vorher erzählten Versuchen hervor? Im zweiten Versuche zum Beispiel geht der elektrische Strom, der von der innern Fläche der Flasche in den großen Leiter dringt, nicht nach der äußern Fläche der Flasche, denn mit dieser steht der isolirte Leiter in gar keiner Verbindung, sondern er bleibt und verliert sich in dem Leiter, dessen Capacität grade hinreicht, um ihn ganz aufnehmen zu können. Von der andern Seite zieht die

äussere Fläche alle Elektricität, die sie braucht, aus dem grossen Elektricitätsbehälter, der Erde, in der ein unerschöpflicher Vorrath aufgehäuft ist; sie würde ihren Mangel auch aus einem isolirten Leiter ersetzen, wenn derselbe eine hinlänglich grosse Capacität besässe und wenn er positiv elektrisirt wäre, so dass er grade so viel Elektricität übrig hätte, als der äussern Fläche mangelt. Und eben so verhält es sich mit den übrigen Versuchen, wo die Entladung und der Uebergang der Elektricität von der Flasche aus nach dem isolirten Leiter nach Verhältniß der respektiven Capacitäten beider nicht ungetheilt, sondern bloß zur Hälfte, oder in einer grösseren oder kleineren Quantität geschieht. Wir dürfen daher hieraus den Schluss ziehen, dass, obgleich die beiden entgegengesetzt elektrisirten Flächen einer Leidner Flasche oder eines magischen Quadrats darin von einander abhängig sind, dass die positiv geladene Fläche weder die ganze Menge noch einen sehr grossen Theil der auf ihr angehäuften Elektricität fahren lassen kann, wenn die entgegengesetzte negativ geladene Fläche nicht auf eine übereinstimmende Wei-

se und zu gleicher Zeit die ihr geraubte Elektricität wieder erhält und obgleich also das Geben und Nehmen der beiden Flächen parallel gehen muß, dennoch eine jede Fläche in so fern von der andern wieder unabhängig ist, daß die eine positive sich ihres Ueberflusses auf jede mögliche Weise und in der größtmöglichen Menge entledigt, so bald sich ihr ein Ausweg darbietet, die andre negative hingegen die Elektricität, deren sie bedarf, aus jedem Körper und in jeder Quantität an sich zieht.

Aber wie? Ist es nicht bewiesen, daß die nach der Entladung von einer Fläche abgestoßene Elektricität nach der entgegengesetzten Fläche hin strebt? Daß sie dahin ferner auf dem kürzesten oder auf dem Wege, wo sie die wenigsten Hindernisse antrifft, strömt? Durchdringt ihr Strom nicht wirklich den leitenden Bogen, die Kette von Personen, u. s. w.? — Es ist allerdings bewiesen, daß ein elektrischer Strom von der einen Fläche ausströmt und daß ein anderer in die andre eindringt; allein das ist nicht bewiesen, daß es ein und derselbe Strom sey, der hier ausströmt und dort eindringt. Man kann freilich sagen, der eine Strom treffe mit dem an-

dern zusammen, so daß sich beide zu einem
 einzigen vereinigen; indess dies erfolgt nicht
 jedesmal und ist auch, um die Entladung
 zu bewirken, gar nicht nöthig. So haben wir
 vorher z. B. gesehen, daß der eine Strom sich
 in dem isolirten Leiter endiget und daß der
 andere aus der Erde kommt. Doch wir wol-
 len auch noch mit wenigem den uns entgegen-
 gesetzten Versuch mit der Reihe von Personen
 betrachten. Dreizehn Personen *a b c d e f g h*
i l m n o geben sich unter einander die Hän-
 de. Die erste in der Reihe faßt den untern
 Theil einer Leidner Flasche, und die letzte
 zieht einen Funken aus dem Haken der Fla-
 sche. Meine Meinung ist nun, daß in dem-
 selben Augenblicke, wo *o* den Entladungs-
 funken von der innern Fläche der Flasche er-
 hält, die Person *a* sogleich an die äußere Flä-
 che eine gewisse Menge von ihrer eigenen Elek-
 tricität abgiebt; sogleich, sage ich, ohne so
 lange zu warten, bis die von der innern Flä-
 che in *o* strömende Elektricität auf dem We-
 ge durch *n m l* bis zu *a* gelangt sey. Die
 Elektricität jenes Funkens dringt allerdings in
 die Reihe der Personen *n m l* ..., d. h. sie

geht von o in n und von n in m u. s. w. über, während b , um den von a erlittenen Verlust zu ersetzen wieder Elektrizität an a abtritt, und c an b und so fort; allerdings ist es nur ein einziger Strom, wenn man bloß auf die Richtung sieht, indessen da die Strömung zu gleicher Zeit hier und dort erregt wird und an den beiden Enden der Reihe ihren Anfang nimmt, so kann man, genau genommen, nicht sagen, daß es bloß ein einziger Strom sey. Von dieser Verschiedenheit der Strömungen kommt es, daß wir, wenn wir das Aufeinanderfolgen der einzelnen Erschütterungen in den einzelnen Personen der Reihe nach wahrnehmen könnten, was uns aber wegen der schnellen Bewegung des Stroms nicht möglich ist, finden würden, daß die Schläge nicht nach der Ordnung $o\ n\ m\ l\ \dots$, auf einander folgen, sondern daß sie zu gleicher Zeit an den beiden Enden der Reihe, o und a , ihren Anfang nehmen, worauf dann n und b den Schlag fühlen, dann m und c und so fort bis in die Mitte der Reihe.

Man hat eingewendet, daß selbst in der längsten Reihe von Personen alle den Schlag

gleich stark fühlen. Das Wahre an der Sache ist indess, daß im Verhältniß, als die Flasche kleiner oder schwächer geladen ist und anderntheils die Anzahl der Personen grösser ist, die in der Mitte der Reihe befindlichen Personen einen schwächeren Schlag fühlen, und die Erschütterung ferner um so schwächer ist, je weiter die einzelnen Glieder der Reihe von den beiden Flächen der Flasche, d. h. von den beiden Quellen der beiden elektrischen Ströme entfernt sind. Und so muß es sich nach meiner Hypothese verhalten. Der aus dem Haken kommende, (wegen der kleinen Flasche) nur mässig starke, Strom dringt in die erste, zweite, dritte Person der Reihe und verbreitet sich in so viele, daß die Capacität eben dieser Personen schon gross genug ist, um ihn bequem und ohne Schwierigkeit aufzunehmen; ausserdem dringt er noch an verschiedenen Stellen in den Boden u. s. w. Er fängt deshalb schon an schwächer zu werden, und die Stärke seiner Erschütterungen nimmt ab, je weiter er vorwärts dringt und je mehr er sich den in der Mitte der Reihe befindlichen Personen nähert. Dasselbe erfolgt an dem

andern Ende der Reihe; die an der Spitze stehende Person theilt zuerst ihre Elektricität der, von ihr berührten, äußern Fläche der Flasche mit; die zweite ersetzt den Mangel jener und so unterstützt eine Person die andre; doch giebt eine jede nach Verhältniß ihrer Entfernung von dem Ende der Reihe weniger Elektricität her; indem durch die Füße der ersten Personen ebenfalls vom Boden her ein Zufluß von Elektricität Statt findet, so daß die übrigen gegen die Mitte der Reihe stehenden Personen desto weniger herzugeben brauchen, diese folglich auch einen schwächern Schlag bekommen. Jetzt würde ich denjenigen, die noch immer der gewöhnlichen Meinung anhängen, der Meinung nemlich, daß nur ein einziger Strom bloß von einer Fläche herkomme, der dann in der größten Ordnung, ohne nur im mindesten von dieser Richtung abzuweichen, bis zu der entgegengesetzten Fläche der Flasche gehe, die Frage vorlegen: woher kommt es denn, daß die Personen in der Reihe einen desto schwächern Schlag bekommen, je näher sie der Mitte der Reihe sind? Und wenn der Strom, so wie er

vorwärts dringt, schwächer wird, warum fühlen ihn diejenigen Personen nicht schwächer, die nicht in der Mitte, sondern an dem Ende der Reihe nahe bey der negativen Fläche der Flasche stehen?

Ich will die Sache noch deutlicher machen. Man trenne die lange Reihe von Personen in zwey kleinere, oder man bilde eine grade, in der Mitte unterbrochene Reihe $a\ b\ c\ d\ \dots\ e\ f\ g\ h$; d fasse eine stark geladene Flasche an und die Person e , die d gegenüber und in seiner Nähe steht, entlade die Flasche dadurch, daß sie den Haken derselben berührt; alle Personen stehen auf dem trocknen Boden. Wenn nun der von der inneren Fläche der Flasche ausgehende Strom genöthigt wäre, auf dem kürzesten Wege nach der äussern, negativ geladenen, Fläche zu gehen, wie man dies als ein Gesetz aufgestellt hat und wie dies unfehlbar erfolgen soll, so müßte er durch die Füße der Person e und durch den Boden nach den Füßen von d und aus diesen hinauf in die äussere Fläche der Flasche dringen, dabey aber die übrigen Personen $f\ g\ h$, die sich nicht auf jenem Wege,

vielmehr ganz auſſer demſelben befinden, unberührt laſſen. Was wird man aber ſagen, wenn ich zeige, daß der Strom dieſen Weg gänzlich verläßt und die letzteren Perſonen durchdringt, die ihm als leitende Körper einen ziemlich freien Durchgang verſtatten; und daß die der äußern Fläche der Flaſche zuſtrömende Elektrizität aus einer ganz andern Quelle kommt? So iſt es; der elektriſche Strom, der bey der Entladung von der innern Fläche kommt, ſtrömt offenbar von *e* nach *f g h*, da er allen dieſen Perſonen einen mäſſig ſtar- ken Schlag giebt, d. h. da er die Hand, mit der ſie ſich einander anfaſſen und den Riſt des Fußes erſchütteret, ja da er ſogar an den Stellen, wo die Perſonen ſich unter einander nicht wirklich berühren, ſondern bloß ihre Hände und Füße einander ſehr nahe halten, als ein deutlicher Funken ſichtbar wird, wor- auf er ſich zuletzt in die Erde verliert. Auf eine ähnliche Weiſe bekommt die Perſon *d*, welche die negativ geladene Fläche zuerſt mit Elektrizität verſieht, Elektrizität von *c* wie- der, *c* bekommt welche von *b*, *b* welche von *a* und alle erſetzen ihren Mangel aus dem

Boden; ein Proceß, der für das Gefühl dieser Personen mit einem Schlage begleitet ist, und für das Gesicht, wenn man dies will, durch Funken offenbar werden kann. Man wendet mir vielleicht ein, der nach der Entladung von der innern Fläche der Flasche kommende elektrische Strom dränge erst durch die Personen *e f g h* und gehe dann von *h*, als der letzten Person in dieser Reihe, nach *a*, der ersten Person in der andern Reihe, um sich von hier aus durch *b c d* hindurch nach der äußern Fläche der Flasche zu begeben. Allein aufser daß die Voraussetzung, worauf dieser Einwurf sich gründet, nicht mit der Erschütterung übereinstimmt, die alle oder doch beinahe alle Personen in dem Riste des Fusses empfinden, wie ist es begreiflich, daß der elektrische Strom lieber den langen, schwierigen Weg durch den trocknen Boden, als den kürzern von *e* nach *d* wählt? Und wie stimmt dies mit dem Gesetze, nach welchem der Uebergang der Elektricität von einer Fläche der Flasche zur andern allemal auf dem kürzesten Wege geschehen soll? Geben wir daher lieber zu, daß das ein besonderer Strom

ist, der von dem Haken der Flasche ausgehend, die Personen und jeden andern, ihm sich darbietenden guten Leiter durchdringt und sich alsdann in der Erde verliert; und daß der Strom wieder ein anderer ist, der in derselben Zeit aus der Erde heraufsteigt und der sich auf einem andern Wege, wo er durch andere Personen oder andere Leiter dringt, nach der äußern Fläche der nemlichen Flasche begiebt; und machen wir im allgemeinen den Schluß, daß die Elektricität der positiven Fläche sich von dieser Fläche trennt und außer derselben überall hin, wo sie nur einen freien Durchgang findet, verbreitet; und daß hingegen eine andere Menge Elektricität nach der äußern negativen Fläche ohne Unterschied aus jedem Körper oder jeder Reihe von Körpern, die damit versehen sind, hinströmt. Sie werden sogar bemerken, daß jene von der positiven Fläche abgestoßene Elektricität sich an mehreren Orten nach verschiedenen Gegenden hin, wo die Personen *f g h* und andere leitende Körper nicht in einer wirklichen Reihe, sondern ohne alle Ordnung um die den Haken berührende Person herumstehen, verbreitet und sich

auf diese Weise in den Boden zerstreuet; ebenso werden Sie bemerken, wie die Elektricität, die sich auf der äufsern Fläche der Flasche wieder anzusammeln sucht, aus der Erde heraufsteigt und durch verschiedene Leiter in die Person *d* dringet; und Sie werden nicht mehr der Meinung seyn, daß dies eine Fortsetzung jenes Stroms und dieselbe ohne Unterbrechung von der einen nach der andern Fläche strömende Elektricität sey; sondern Sie werden mir zugeben, daß jede Fläche der Flasche eine besondere elektrische Strömung bewirkt hat, und zwar die negative eine nach innen, die positive eine nach aussen hin. Auf diese Weise fällt also das Wunder jener auffallenden Versuche weg, welchen zufolge die Elektricität den grossen Umweg längs einem langen Flusse und längs einem mit diesem Flusse in Verbindung stehendem Kanal nehmen sollte, wenn man einen eisernen Drath von der äufsern Fläche einer geladenen Flasche in eben diesen Fluß leitet und nun die innere Fläche der Flasche mit einem andern, mit dem Kanal in Verbindung stehenden Drathe berührt. Das Wunder, das auf dem hypothetischen Um-

weg, (circuito) den die Elektricität nehmen soll, beruhet, fällt also weg, da wir jetzt wissen, daß es mit diesem Umwege bey ähnlichen Versuchen niemals seine Richtigkeit hatte, wenn gleich die Entladung wirklich Statt fand, und diejenigen Personen einen Schlag bekamen; die sich auf der einen oder auf der andern Seite zwischen den Metalldrath und das Wasser stellten, indem sie jenen mit einer Hand berührten und in das letztere einen Fuß tauchten oder beide Körper unter einander auf irgend eine andere ähnliche Art in Verbindung setzten; jetzt, da wir einsehen, daß der von der innern Fläche der Flasche kommende elektrische Strom sich in dem Kanal verlor und daß dagegen die Elektricität, die zum Ersatz des von der äußern negativ geladenen Fläche erlittenen Verlustes diente, von dem Flusse selbst hergegeben wurde.

Aus allen diesen Beispielen, wo die beiden gleichzeitigen elektrischen Ströme, sowohl der von der positiv geladenen Fläche kommende, als der nach der negativ geladenen dringende, deutlich und keineswegs als unter einander verbundene, sondern als bald

mehr, bald weniger, bald völlig in der Mitte einer zu langen Reihe leitender Körper oder in dem weiten Schoosse der Erde unterbrochene Ströme wahrzunehmen sind, dürfen wir indessen nicht folgern, (denn dies hiesse die Sache zu weit treiben) daß in keinem Falle ein Strom den andern einholt und sich mit demselben vereinigt; dies letztere ist vielmehr, wie ich schon vorher erwähnt habe, dann der Fall, wenn die Entladung auf die gewöhnliche Weise geschieht, d. h. wenn der leitende Bogen nicht außerordentlich groß ist, und wenn er aus den besten, nicht unterbrochenen Leitern besteht, wo dann die von der positiv geladenen Fläche ausströmende Elektricität, die in das eine Ende des leitenden Bogens dringt, sich nicht in mehrere Arme vertheilt und zerstreut, sondern in einem Strome längs jenem guten Leiter dem andern, ebenfalls ungetheilten, Strome folgt, der an dem andern Ende des Bogenleiters nach der negativ geladenen Fläche dringt; ihm folgt, sage ich, und ihn einholt, so daß beide Ströme sich schnell unter einander vereinigen und dann einen ununterbrochenen und ungetheilten Strom bilden. Endlich

muß man nicht vergessen, was ich oben schon gesagt habe, daß nemlich die positiv geladene Fläche ihren Ueberfluß an Elektricität nirgends besser absetzen kann, als auf der negativ geladenen; daß dem Mangel der letzteren hingegen durch keinen Körper besser abgeholfen werden kann, als durch die positive Fläche, und daß der Bogenleiter das beste Mittel ist, um den Ueberfluß der einen Fläche auf die andere zu führen.

Ich merke jetzt, daß ich auf eine sehr lange Abschweifung gerathen bin, die indess, wie mich dünkt, nicht ganz überflüssig ist, und die mit meinem Gegenstand in ziemlich naher Verbindung steht, da ich vermittelst derselben zu zeigen gesucht habe, wie die von der Flasche oder dem Quadrat entbundene Elektricität, gerade so wie die Elektricität eines einfachen Leiters, auf jede mögliche Weise und in jeder möglichen Quantität nach jeder Seite, wo sich ihr ein Ausweg darbietet, ausströmt; wie sie diejenige Seite vorzieht, wo ihr der freieste Ausweg offen stehet; indem sie durch einen einzigen Kanal strömt, wenn sie in ungetheilte Quantität durch denselben dringen kann,

oder indem sie sich in mehrere Kanäle vertheilt, wenn ihr Strom von solchen Körpern aufgehalten oder unterbrochen wird, die für sie entweder ganz undurchdringlich oder schlechte Leiter sind, die zwar eine kleine Menge Elektrizität, aber keine große auf einmal durchlassen; wie sie ferner diejenigen Körper, die sie durchdringt, schwächer oder stärker in dem Verhältnisse erschüttert, als ihr Strom mehr oder weniger ungetheilt und reißend ist; wie endlich dies alles eben so wohl bey der aus einer Leidener Flasche, als wie bey der aus einem, eine hinreichend große Capacität besitzenden und hinreichend stark geladenen Leiter strömenden Elektrizität erfolgt. Mag ich mich nun übrigens wenig oder weit von meinem Gegenstande entfernt haben, so will ich, indem ich jetzt wieder zu ihm zurückkehre, diese Vergleichung der respektiven Capacitäten der einfachen Leiter und der Leidner Flaschen oder der belegten Quadrate damit beschließen, daß ich einige Bemerkungen über die mögliche Vergrößerung der Leiter hinzufüge, eine Vergrößerung, wodurch die Wirkungen der Leiter in dem Grade verstärkt werden, daß

dafs sie nicht blofs den Wirkungen der gröfsen Flaschen und belegten Quadrate, sondern sogar denen der kräftigsten Batterieen gleich kommen.

Ein Leiter von 96 Fufs Länge, (um eine runde Zahl zu haben, wollen wir 100 Fufs Länge annehmen) der, wie der meinige, aus sehr dünnen, mit Silberblättchen belegten Stäben besteht, hat eine eben so grofse Capacität, als eine mäfsig dicke Glasscheibe von vier Quadratzoll belegter Oberfläche; giebt ferner einen eben so starken Schlag, als diese; und ist überhaupt eben so wirksam, als jene. Falls nun dieser Leiter eben solche Wirkungen hervorbringen sollte, als eine viereckige Glasscheibe von einem Quadratfufs Belegung, so müfste er neunmal so lang, nemlich 900 Fufs lang seyn. Welch ein überraschender Anblick wird es aber seyn, wenn man mit dem wirklich fulminirenden Funken, den ein solcher einfacher Leiter geben würde, einen kleinen Vogel tödtet, oder ein dünnes Goldblättchen schmilzt! Aber ist es denn eine so schwierige Sache, sich so viel übersilberte Stäbe zu verschaffen, und sie gehörig zu stellen? Das Stellen ist so schwer

nicht; ein geräumiger viereckiger Gang oder einige kleinere unter einander communicirende Gänge können sie alle in einer einzigen Reihe fassen. Sind die Gänge ziemlich breit und hoch, so kann man nach dem Muster der zwey Ordnungen auf der beigefügten und vorher erwähnten Kupfertafel vier Ordnungen von diesen Stäben, jede von vier Reihen, über und neben einander stellen, wobey man die Stäbe nur gehörig von einander entfernt halten muß. Auf diese Weise bekommt man einen Leiter, dessen furchtbare Wirkungen bey der Entladung den Wirkungen einer kräftigen elektrischen Batterie, einer Batterie z. B. aus 16 großen Gläsern von einem Quadratfusse Belegung gleich kommen würden. Ich glaube nicht, daß Ihre, aus zwey gläsernen Klocken bestehende, Batterie jene von 16 Quadratfuß Belegung an Stärke übertrifft; wenigstens wird sie nicht viel stärker seyn; und welche außerordentliche Wirkungen thut sie nicht, wie ich dies oft gesehen und bewundert habe? Sie schmelzen damit einen nicht dünnen Metalldrath; ja noch mehr, Sie zerstäuben ihn damit in Funken, Sie schmelzen ihn sogar unter dem Wasser, und stellen

damit noch eine Menge andrer Versuche an, die für den, der sie nicht selbst gesehen hat, fast unglaublich sind. Mir ist nicht bekannt, daß Priestley's und Fontana's große Batterieen viel mehr thun. Demnach würde auch der Leiter, den ich in Gedanken construiren, und der aus 16 Reihen von Stäben besteht, deren jede 900 Fuß lang ist, Metalle schmelzen, zerstäuben, große Thiere tödten, kurz, die Wirkungen des Blitzstrahls hervorbringen. Indessen treibe ich die Illusion nicht so weit, daß ich je hoffen sollte, die Idee eines solchen übermächtig großen Leiters realisirt zu sehen. Ein Watson würde vielleicht Lust bekommen, ihn zu verfertigen, dieser Mann, der in einer andern Absicht, (um die außerordentliche Schnelligkeit zu zeigen, womit sich die Elektricität von einem Ende eines auch noch so langen Leiters dem andern Ende mittheilt), ganz isolirte eiserne Dräthe und feuchte Schnüre in einer Länge von mehr als zweitausend Klaftern ausspannte, an den Muschenbroek deswegen schrieb: „magnificentissimis tuis experimentis superasti conatus omnium.“ In der That, ich weiß nicht, wie weit ich und

andere es in Verfertigung außerordentlich langer Leiter bringen werden, die im Grunde doch, sowohl für die Praxis als für die Theorie der Elektrizität, von wenig Nutzen seyn würden. Von wenig Nutzen für die Praxis der Elektrizität; denn da man dasselbe auf eine weit bequemere Art mit Leidner Flaschen, Quadraten und Batterieen thun kann, wozu bedarf es denn da noch eines solchen sehr kostbaren und schwer zu handhabenden Leiters? Von wenig Nutzen für die Theorie wird er deswegen seyn, weil es mich (wenn ich mir anders nicht zu viel herausnehme,) dünkt, als wenn ich für diese schon genug gethan hätte, wenn ich vermittelst meines 96 Fuß langen Leiters zeigte, wie ein einfacher Leiter dieselbe Erschütterung und überhaupt jede Wirkung hervorzubringen im Stande ist, die eine belegte Flasche oder ein belegtes Quadrat hervorbringt; wie er hierzu nur eine gehörig große Capacität zu besitzen braucht, und wie seine Capacität desto größer ist, je länger er bey gleicher Oberfläche ist *).

*) Ich hatte den ersten Theil des obigen Briefes schon niedergeschrieben und den zweiten beinahe beendigt, als ich beim flüchtigen

Also ist es auch überflüssig und bloße Spielerey, jenen außerordentlich großen Leiter in

Durchlesen der Geschichte der Elektricität von Priestley auf einige Stellen stieß, worin die Vorzüge, die ein (bey übrigens gleicher Oberfläche) längerer Leiter vor einem breiteren besitzt, mehr als oberflächlich erwähnt werden. Am ausdrücklichsten ist hiervon in folgender Stelle die Rede. „Ich muß hier bemerken, daß der jüngere Monnier die Entdeckung machte, daß die Elektricität sich homogenen Körpern nicht im Verhältniß ihrer Massen, sondern in Verhältniß ihrer Oberflächen mittheilt und daß gleich große Oberflächen nicht immer gleiche Quantitäten Elektricität, sondern desto größere Quantitäten aufnehmen, je länger diese Körper bey gleicher Oberfläche sind. So nahm z. B. eine, einen Quadratfuß große, Zinnplatte eine weit geringere Menge Elektricität auf, als ein kleiner Stab von demselben Metalle und von eben so großer Oberfläche.“ Phil. Transact. abridg. Vol. X. p. 309. Priestley's Geschichte der Elektricität, Theil I. Per. 8. Abschn. 2. — Wenn ich demnach auf der einen Seite darin zu weit gegangen bin, daß ich oben bezweifelte, ob irgend jemand jene Materie berührt hätte, so glau-

Gedanken zu construiren und zu betrachten?
Nicht so ganz, wie ich glaube; wenn anders

be ich auf der andern Seite Recht zu haben, wenn ich hinzufügte, „der Gegenstand sey noch lange nicht in das gehörige Licht gesetzt worden.“ Wenn man mir daher nur zugesteht, das letztere gethan oder die Sache wenigstens aus einem neuen Gesichtspunkte betrachtet zu haben, so habe ich doch schon einiges gethan; ich habe alsdann eine Entdeckung erweitert und befördert, die sowohl für die Theorie als für die Praxis der Elektricität interessant wird. Ich schmeichle mir, gezeigt zu haben, daß jene Erscheinung von der Wirkung der elektrischen Atmosphären herrührt, auf deren Theorie ich jetzt die Hauptgrundsätze der ganzen elektrischen Theorie zurückgeführt habe, wie ich dies zu seiner Zeit darthun werde. Gewiß haben weder Watson, noch Monnier, noch andere, die von den Vorzügen der längeren Leiter vor den dickeren redeten, die Erklärung jenes Phänomens beigebracht, die ich von den Wirkungen der elektrischen Atmosphären hergeleitet habe. Es hat jemand, wenn ich mich recht erinnere, sich bemüht, die größere Kraft, wozu die Elektricität in langen Leitern gelangt, durch das für alle flüssigen Körper

diese Betrachtung einigermaassen dazu dienen kann, uns von der grossen Kraft einer elektrischen Gewitterwolke eine Idee zu ge-

geltende Gesetz zu erklären, durch das Gesetz, dass der Druck, den flüssige Körper auf eine gewisse Fläche ausüben, in dem Verhältnisse stärker wird, als die Höhe dieser Körper über der Fläche zunimmt. Ein jeder sieht, wie sehr eine solche hydrostatische Erklärung und ähnliche andere blofs mechanische von der meinigen verschieden sind. Man muss endlich eingestehen, dass man bisher auf die Entdeckung, wovon hier die Rede ist, wenig oder gar nicht aufmerksam gewesen ist, wenn man nur bedenkt, wie alle Elektriker überhaupt sich zu grossen Leitern noch immer dicker Cylinder und Kugeln bedient haben, zu welchem Gebrauch ich jetzt sehr lange und mässig dünne Leiter empfehle, deren beträchtliche Vörzüge ich vermittelst richtiger Vergleichen und sehr entscheidender Resultate, ferner durch das Beispiel meines grossen Leiters, der aus einer Reihe mit Silberblättchen belegter, 96 Fuss langer Stäbe besteht, gezeigt habe, wodurch ich, wie ich mir schmeichle, auch dem ausübenden Elektriker nützlich geworden bin.

ben. Jene Betrachtung hat mich nemlich auf folgende Idee geleitet.

Ich nehme an, daß die Wolke, woraus eine außerordentlich große Menge Elektricität in den Blitzableiter, worüber sie hängt, überströmt, oder die sich herab senkt, um nach irgend einer Seite einen wirklichen Blitzstrahl zu schleudern, nicht über 900 Fuß lang, eben so breit und nur 90 Fuß dick sey. Welch eine ungeheure Menge Elektricität kann eine solche Wolke nicht fassen! Um wie viel stärker muß vorzüglich die Spannung seyn, wozu die Elektricität sich darin anhäufen kann, in Vergleich mit der elektrischen Spannung unserer Glasscheiben und unserer Leiter? Daß die Spannung der Elektricität in den Wolken wirklich so außerordentlich stark sey, scheint mir daraus zu erhellen, daß ihr Wirkungskreis sich von einer solchen Höhe herab bis auf die Erde erstreckt. Allein wir wollen annehmen, die Elektricität jener Wolke habe keine stärkere Spannung, als unsere künstlich elektrisirten Leiter haben. Ich betrachte jetzt einen Luftraum, der eben so groß ist als die obige Wolke und finde durch Rechnung, daß

ich darin 1000 Reihen meiner 900 Fuß langen Stäbe stellen kann, so daß sie noch gute 9 Fuß von einander entfernt bleiben, d. h. daß die Wirkung der elektrischen Atmosphären sie unter einander nicht hindert, die ganze Quantität von Elektrizität aufzunehmen, die jede Reihe einzeln aufnehmen kann. Jede 900 Fuß lange Reihe würde sich also so stark laden, als eine Glasscheibe von einem Quadratfuß Belegung; alle Reihen zusammen würden daher einer elektrischen Batterie von 1000 Quadratfuß Belegung gleich seyn. Aber haben wir auch nur eine Vorstellung von den furchtbaren Wirkungen, die eine solche Batterie hervorbringen würde? Was sind die Batterien, deren man sich bisher bedient hat, gegen diese? Ein bloßes Spielwerk. Allein alle diese, einen Leiter ausmachenden, Reihen von Stäben haben zusammen keine größere Capacität, als die von uns betrachtete Wolke, ja selbst eine geringere, weil sich innerhalb des ganzen Umfangs der letzteren nicht bloß eben so viel, aus guten Leitern bestehende, Cylinder denken lassen und auch wirklich innerhalb desselben enthalten sind, sondern

weil man voraussetzen kann, daß innerhalb der einige Fuß grossen Zwischenräume, die wir zwischen den einzelnen Reihen angenommen haben, noch mehrere andere Cylinder vorhanden sind, oder weil, um mich genauer auszudrücken, viele tausend Punkte dazwischen befindlich sind, die, obgleich dem Einflusse der benachbarten elektrischen Atmosphären ausgesetzt, demohingeachtet eine kleine Menge eigene Elektricität aufnehmen können. Kurz, ein Continuum, wie die Wolke, besitzt eine grössere Capacität, als eine Menge einzelner Körper, die zusammen denselben Umfang, als jenes Continuum hätten. Die vier Reihen von Stäben auf dem beigefügten Kupfer, die man sich als die Ecken eines paralleelseitigen Körpers (eines Parallelopipedi) denken kann, können nicht so viel Elektricität aufnehmen, als ein gleicher paralleelseitiger Körper mit ungetheilter Oberfläche aufnehmen würde (obgleich die grössere Capacität des letztern mit seiner grössern Oberfläche lange nicht in Verhältniß steht und zwar deswegen nicht, weil die in der Mitte liegenden Theile, die der Einwirkung der elektrischen

Atmosphären der an den Seiten liegenden Theile ausgesetzt sind, weniger eigene Elektricität aufnehmen können; wie ich dieses in dem ersten Theile meines Briefes aus einander gesetzt habe). Welche ungeheure elektrische Kraft kann daher eine solche Wolke besitzen? Welch eine unendlich große Menge Elektricität kann sie enthalten und ausströmen, wenn sie auch nur eine geringe Spannung hat? Und wenn nun die Elektricität bis zu einer nicht gewöhnlichen Spannung darin angehäuft ist? Und nun endlich denke man sich Wolken, die nicht wenige hundert Quadratfuß, sondern tausende von Quadratklaftern groß sind!

Man hat die Frage aufgeworfen *): ist die natürliche Elektricität von derselben Art, als die Elektricität des einfachen Leiters, oder vielmehr von der Art der Elektricität der Leidner Flasche? Verhält sich der Blitz wie ein aus einem elektrisirten Leiter, oder wie ein nach der Entladung aus der Belegung einer isolirten Glasscheibe strömender Funke? Die mächtigen Wirkungen, die bey den Entladun-

*) Rozier Journal de Physique, Febr. 1777, zweites physikalisches Problem über die Elektricität.

gen zum Vorschein kommen, die eigenthümliche Empfindung der Erschütterung, die der Blitz ohne Zweifel hervorbringt, und zwar in einem weit stärkern Grade, als irgend eine große belegte Glasfläche oder eine Batterie hervorbringt, die häufigen Funken, die der Drath des Blitzableiters aussprüht, die grade so wie die aus der Belegung eines großen Quadrats gelockten Funken nur wenige Linien lang zu seyn brauchen, um auf die Haut einen äußerst empfindlichen Eindruck zu machen, und die wol gar den ganzen Körper erschüttern, machen die letztere Meinung wahrscheinlicher. Allein der Umstand, daß man nicht begreift, wie bey dem bloßen Uebergange der Elektricität des Blitzes durch den Luftraum von der Wolke zur Erde eine wirkliche Entladung Statt findet, eine Entladung, wie sie bey der isolirten belegten Scheibe mittelst des leitenden Bogens von einer Fläche zur andern erfolgt; ferner das Hinundherfahren und die zitternde Bewegung, die dem Blitze eigenthümlich sind, und die man auch bey dem Funken aus dem einfachen Leiter, nicht aber bey den Funken aus belegten Flaschen und Glasscheiben zu sehen pflegt, be-

wogen die Physiker, den Blitz für nichts anders, als für einen von einem grossen, stark elektrischen Leiter geschleuderten Funken zu halten. In dieser Meinung müssen sich jetzt endlich alle Stimmen vereinigen, und die Frage ist beantwortet, jetzt, sage ich, wo wir gefunden haben, daß äusserst wirksame Leiter von ausserordentlich grosser Capacität, sowohl das Phänomen der Erschütterung, als jede andere kräftige Wirkung hervorzubringen im Stande sind.

Ich habe jetzt die Materie beendigt, wovon ich mir in diesem Briefe zu handeln vorgenommen hatte, die Materie nemlich von der Capacität der einfachen Leiter; und schliesse deshalb hier. Wenn Sie damit zufrieden sind, so will ich in einem zweiten Briefe zu den gepaarten (conjugati) Leitern, (so nenne ich sie am liebsten) übergehn, und hierauf auch von der Elektricität reden, die auf nicht-leitenden Flächen entsteht, wo ich dann von der Schwierigkeit, womit sie die Elektricität aufnehmen, und von der Tenacität, womit sie dieselbe, wenn sie sie einmal aufgenommen haben, fest halten, handeln werde. Dieser

Gegenstand ist interessant und weitumfassend; er umfaßt die Theorie der Ladungen und Entladungen, wie auch die Theorie der sogenannten sich selbst wieder herstellenden Elektricität (*electricitas vindex*), die ich lieber die permanente nenne; ferner alle Erscheinungen des Elektrophors u. s. w. Ich werde mich bemühen, dort weniger weitläufig zu seyn, und der Brief soll nicht so lang werden, wenn gleich der Gegenstand viel weitumfassender ist.

A b h a n d l u n g

*über die grossen Vorzüge einer
sehr unvollkommenen Isolirung *).*

Ueber die Capacität gepaarter Leiter.

Erste Abhandlung. Inhalt derselben.
Darstellung der sehr beträchtlichen Vorzüge, die
eine Absonderung (isolation), die so unvollkom-
men ist, dafs sie kaum diesen Namen verdient,
vor der vollkommensten Absonderung hat.

Einleitung.

i. In einem, in die *Opuscoli scelti*, B. I.
Th. 4 und 5, eingerückten, an den Herrn von
Saussure gerichteten Briefe (man sehe die vor-
hergehende Abhandlung) versprach ich, nach-

*) Aus Rozier *observations sur la physique*, To-
me XXII. Mai 1783, p. 325—350. Tome XXIII.
Juillet 1783, p. 1—16. und Aoust, p. 81—99.
d. H.

dem ich von der Capacität der einfachen Leiter gehandelt hatte, kurze Zeit darauf eine andere Abhandlung über die Capacität der gepaarten (conjugati) Leiter bekannt zu machen. Mit diesem Namen bezeichne ich einen jeden Leiter, der, statt vollkommen isolirt zu seyn, d. h. von allen leitenden Körpern entfernt zu seyn, sich innerhalb einer geringen Entfernung einem solchen Körper gegenüber befindet. Seit jener Zeit hatte ich meine Versuche sehr weit getrieben, und ich brauchte nur noch wenige Schritte zu thun, um zu ganz neuen und überraschenden Resultaten zu gelangen, worauf ich durch gewisse Untersuchungen, die ich seit geraumer Zeit unterbrechen mußte, und die ich in diesem Jahre (1780) wieder vorgenommen hatte, geleitet worden war. Ein leichter Versuch, der einem Freunde der Elektricität *) zu-

*) Dieser Freund der Elektricität war der Marquis Belisomi, einer von den Dilletanten in der Physik, die sich mit der bloßen, unfruchtbaren Wiederholung der gewöhnlichen Versuche nicht begnügen, sondern der auch neue zu ersinnen weiß, da er selbst viel Fertigkeit in mechanischen Arbeiten be-

zufällig eine Erscheinung darbot, zu der er sich gar nicht versehn hatte und wovon er mir

besitzt, und sowohl neue Instrumente verfertiget, als die schon bekannten bessert. Als er einst zufällig den Teller seines Elektrophors auf einen mit Leder überzogenen Tisch gesetzt hatte, und ihn kurz darauf aufhob und alsdann mit dem Finger berührte, sah er zu seiner Verwunderung, daß der Teller noch einen kleinen Funken gab. Er wiederholte den Versuch mehreremal und jedesmal mit demselben Erfolge. Er theilte mir seine Beobachtung dieses Phänomens, das ihn in Erstaunen setzte, mit und ersuchte mich um eine Erklärung desselben. Diese gab ich ihm sogleich, indem ich den Versuch auf mancherley Weisen wiederholte und abänderte, wobey ich im voraus den Ausgang der Versuche genau bestimmte und es vorhersagte, ob der Teller, je nachdem er diese oder jene Fläche berührte, nach der Berührung so viel Elektricität behalten würde oder nicht behalten würde, um einen Funken zu geben. Als ich einige Tage darauf absichtlich die nemlichen Versuche weiter verfolgte, entdeckte ich fast alles, was ich in der folgenden Abhandlung erzählen werde, und ich theilte es sogleich dem Marquis Bellisomi und darauf noch einigen andern Personen mit,



eine Nachricht mitzutheilen die Güte hatte, hat nicht wenig dazu beigetragen, daß ich zu

Man ist (ich sage es mit einigem Wohlgefallen) auf einem guten Wege, um schnelle Fortschritte in einer Wissenschaft zu machen, wenn man ein richtiges Princip zum Grunde legt, und nun auf diesem Princip mit steter Rücksicht auf dasselbe fortbauet. Ich habe beständig die Wirkung der elektrischen Atmosphären im Auge gehabt; schon früher hatte ich aus diesem Princip erklärt, wie es zugeht, daß ein Leiter, der zwar isolirt ist, der sich aber einem andern nicht isolirten Leiter gegenüber oder in der Nähe desselben befindet, eine größere Capacität hat, je nachdem er diesem letzteren näher ist, oder ihm eine größere Oberfläche darbietet; daß eine bestimmte Menge Elektricität darin eine geringere Spannung hervorbringt; d. h. daß die Elektricität weniger Bestreben zeigt, aus dem Leiter auszuströmen. Hieraus hatte ich unter andern eine natürliche und sehr einfache Erklärung von der Kraft der Spitzen geleitet, eine Erklärung, die ich schon vor langer Zeit mehreren gelehrten Freunden, die in der Lehre von der Elektricität besonders bewandert sind, laut mittheilte; namentlich den Herren von Saussure, dem Abbe Venini, dem Ritter

diesem Gegenstande wieder zurückgekehrt bin.

2. Ich sage neue und überraschende Resultate, da ich überzeugt bin, daß dies das Urtheil eines jeden seyn wird, der auch nur mittelmäßige Kenntnisse in der Lehre von der Elektricität hat, indem diese Resultate einigen allgemein angenommenen Grundsätzen gradezu widersprechen. Indessen da sie übrigens mit dem wesentlichen Theile der Theorie der elektrischen Erscheinungen, der die Wirkung der Atmosphären betrifft, überein-

Landriani und dem Pater Barletti. Bey meinem Vorhaben, diejenigen Untersuchungen weiter zu verfolgen, bey denen ich die Absicht hatte, die beiden Leiter, den elektrisirten und den nichtisolirten, einander immer mehr zu nähern, brauchte ich nur noch zwey ebene Flächen unter einander in Berührung zu bringen, indem ich es schon versucht hatte, statt des einen vollkommenen Leiters einen unvollkommenen zu gebrauchen. Dies blieb mir noch zu thun übrig, als der Marquis Belisomi mir unvermuthet zuvorkam und mich dadurch veranlafte, diesen Gegenstand mit mehr Wärme zu verfolgen.

stimmen, so können sie, wenn man sich die Mühe geben will, sie gründlich zu untersuchen, zur mehrern Bestätigung der Grundsätze dienen, woraus sie, wie ich sagen darf, als nothwendige Folgesätze hervorgehen.

3. Der natürlichsten Ordnung zufolge mußte ich mit denjenigen Versuchen den Anfang machen, worin ich die beiden Leiter bloß bis auf einen gewissen Grad einander näherte, und alsdann zu denjenigen übergehen, worin ich sie einander näher bringe und mit denen endigen, worin sie sich berühren. Diese allmähliche Annäherung der Leiter würde uns gewissermaassen die Wirkung der Atmosphären vor Augen gelegt haben, wie nicht minder die Gesetze, das Maass derselben und die Art und Weise, wie die von denselben herrührenden Erscheinungen entstehen. Allein wenn Ordnung und Deutlichkeit es nothwendig machten, daß ich diesen Weg verfolgte, so glaubte ich auf der andern Seite einen grossen Vortheil dadurch zu erreichen, daß ich dem Leser anfangs eine kleine Anzahl Versuche, die ich aus einer grossen Menge ausgewählt hatte, vorlegte. Wenn diese dann

auf einmal und unerwartet dem Blick des Lesers erscheinen, so werden sie auch durch das Wunderbare, das ihnen eigen ist, mehr aufzufallen und die Neugierde mehr zu erregen, im Stande seyn, als wenn sie methodisch vermittelt einer grossen Reihe von Deductionen auf einander folgten. Dazu kommt noch die Bemerkung, dafs diese Versuche, so wie sie die wunderbarsten sind, sich auch leichter anstellen lassen, als diejenigen, die vor ihnen nach der natürlichen Ordnung vorausgehen sollten, und man sogar aus denselben in Beziehung auf so manchen Gebrauch, den man von der Elektrizität macht, einigen Nutzen ziehen kann, wie man dies am gehörigen Orte sehen wird. Dies sind die Bewegungsgründe, die mich bestimmt haben, mit den Versuchen, wovon hier die Rede ist, den Anfang, und sie zum Gegenstande dieser ersten Abhandlung zu machen, die andern aber für eine oder mehrere Abhandlungen zu versparen, die auf diese erste folgen sollen. Indem ich bis zu den Principien zurückgehe, werde ich mich bestreben, die Wirkung der elektrischen Atmosphären so deutlich, als

möglich, zu machen. Hierauf werden alle von mir angeführten Versuche und noch eine große Menge anderer, die jenen analog sind, aus den nemlichen Grundsätzen erklärt werden können und beinahe keine andere weitere Erläuterung bedürfen.

4. Ich mache also den Anfang damit, daß ich einige Aufgaben, die man mit Recht elektrische Paradoxa nennen kann, da sie gegen die von den Elektrikern seit langer Zeit angenommenen Lehrsätze gradezu anstoßen, hinter einander und auf eine einfache Art hierhersetze; worauf ich zu der Auflösung dieser Aufgaben übergehen werde, wobey mir einige Hauptversuche, die alle gleich einfach, beweisend, und an interessanten Corollarien fruchtbar sind, vorleuchten sollen. Um die verschiedenen Versuche verständlicher zu machen, und denjenigen Naturforschern, die sie wiederholen wollen, eine Anleitung dazu zu geben, werde ich jedesmal, wo die Gelegenheit es erfordert, vorläufig einiges über die Ursache der Erscheinungen sagen und mich dabey auf das von den elektrischen Wirkungskreisen schon Bekannte beziehen. Uebrigens

werde ich es so einrichten, daß diese Abhandlung für sich allein bestehen kann, ohne mit den noch folgenden in nothwendiger Verbindung zu stehen.

Elektrische Aufgaben oder elektrische Paradoxa.

5. Erste Aufgabe. Man verfare so, daß ein metallner, oder auch irgend ein anderer Leiter die ihm mitgetheilte Elektricität sehr lange behalte, obgleich er ganz und gar nicht oder doch nur sehr schlecht isolirt ist. Noch mehr: man verfare so, daß er sie selbst mit größerer Tenacität zurückhalte, als wenn er aufs bestmögliche isolirt wäre.

6. Zweite Aufgabe. Man häufe in einem sehr schlecht isolirten Leiter, wie ich ihn so eben vorausgesetzt habe, eine größere Menge Elektricität an, als sich in dem nemlichen Leiter, wenn er auch auf die vollkommenste Art isolirt wäre, nicht anhäufen würde.

7. Dritte Aufgabe. Man verfare so, daß ein metallner Leiter, obgleich von geringer Masse, nicht alle seine Elektricität verliere,

wenn man ihn gleich mit einem andern, nicht isolirten, Metalle oder nicht isolirten Finger mehreremal berührt; so daß er ohngeachtet dieser einigemal wiederholten und eine geraume Zeit lang (z. B. 20 bis 30 Sekunden lang) fortgesetzten Berührung doch noch im Stande sey, einen mäßigen Funken zu geben.

8. Vierte Aufgabe. Während ein metallner Leiter mit dem nicht isolirten Finger oder einem nicht isolirten Metalle, oder auch mit beiden zugleich in Berührung ist, verfare man so, daß die ihm mitgetheilte Elektricität sich nicht gänzlich zerstreue, sondern daß er noch so viel zurückbehalte, um einen Funken geben zu können.

9. Fünfte Aufgabe. Man setze eine gewöhnliche Elektrisirmaschine in Bewegung, eine Maschine, deren erster äusserst schlecht oder so schlecht isolirter Leiter, daß man sagen kann, er sey gar nicht isolirt, weder Funken, noch andere Zeichen von vorhandener Elektricität giebt, so daß ein sehr beweglicher Faden sich kaum zu bewegen scheint, wenn man ihn dem ersten Leiter ganz nahe bringt; (Erscheinungen, die dann eintreten,

wenn der Leiter eine Wand des Zimmers berührt oder wenn eine daran befestigte Kette auf dem Tische oder auch auf dem Fußboden ruhet,) man setze, sage ich, diese Maschine in Bewegung und bediene sich dabey eines solchen, mit dem Fußboden in Verbindung stehenden und also sehr unwirksamen ersten Leiters und verfare dabey so, daß in einen zweiten Leiter, der eben so schlecht isolirt ist, als der, den er berührt, eine so große Menge Elektricität geleitet und darin aufgehäufet werde, daß derselbe starke Funken zu geben im Stande sey.

10. Sechste Aufgabe. Man bringe es zu demselben Resultat, wenn die große Kraftlosigkeit des ersten Leiters in der mangelhaften Beschaffenheit der Maschine selbst ihren Grund hat, die entweder wegen des kleinen oder untauglichen Glases oder wegen des schlechten Reibzeuges, oder wegen der Feuchtigkeit oder aus irgend einer andern der Elektricität ungünstigen Ursache, kaum schwache Funken zu geben im Stande ist.

11. Siebente Aufgabe. Man verfare so, daß in einen so schlecht isolirten Leiter,

dafs man ihn kaum isolirt nennen kann, eine starke Elektricität übergehe und sich darin anhäufe, und man bewirke diesen Uebergang und diese Anhäufung dadurch, dafs man den Leiter blofs mit dem Haken einer Leidner Flasche berührt, die so schwach geladen ist, dafs sie aus diesem Haken nicht den kleinsten Funken giebt, und dafs sie nur mit vieler Schwierigkeit einen sehr leichten Faden anzieht, die man ferner drey oder viermal auf die gewöhnliche Weise mit einem leitenden Bogen oder verschiedenemal und lange mit dem Finger berührt hat und von der ein jeder also glauben wird, sie sey entladen. Mit einem so schwachen und gänzlich unbemerkbaren Ueberrest einer vorher dagewesenen Ladung bringe man ohne alle anderweitige Hülfe, ohne Erzeugung neuer elektrischer Materie eine so grofse Menge Elektricität in den schlecht isolirten Leiter, dafs er im Stande sey, einen sehr lebhaften Funken bey der Berührung zu geben und nach diesem ersteren einen zweiten, einen dritten und so fort bis hundert und über hundert Funken; und dies bewirke man blofs dadurch, dafs man ihn nach einem jeden

Funken mit dem Haken jener äußerst schwach geladenen, um nicht zu sagen, gänzlich entladenen, Flasche berührt.

12. Achte Aufgabe. Man verfähre so, daß die Elektricität der Atmosphäre zu jeder Zeit, selbst auch bey heiterm Himmel, vermittelt eines Leiters, der eben nicht sehr hoch steht, und der nur durch einen sehr kleinen Luftraum geht, bemerkbar werde, obgleich man an dem Leiter selbst kein Zeichen von Elektricität wahrnimmt; und diese Elektricität mache man dadurch offenbar und sehr bemerkbar, daß man sie aus diesem Leiter in einen andern schlecht isolirten übergehen läßt.

13. Neunte Aufgabe. Man erzeuge eine lebhafte und mit Funken begleitete Elektricität in einem sehr unvollkommen isolirten metallnen Leiter dadurch, daß man ihn mit einem andern Leiter, der eher zu der Klasse der leitenden als isolirenden Körper gehört, reibt, oder besser, schlägt, wie zum Beispiel mit einem Stücke Tuch, Leder, Filz u. s. w. Diese Klasse von Körpern wird, es sey denn, daß man sie vorher recht troknet und am Feuer erwärmt, durch Reibung fast gar nicht

elektrisch, und ist folglich wenig tauglich, um andere Körper zu isoliren. So oft die zu dieser Klasse gehörigen Körper einen isolirten Leiter oder den Haken einer geladenen Flasche berühren, strömt ihnen die Elektricität in Menge zu, und sind sie isolirt, so nehmen sie eine mit ihren Massen in Verhältniß stehende Quantität davon auf; stehen sie aber mit der Erde in Verbindung, so zerstreuen sie sie gänzlich.

Sie verstatten der elektrischen Flüssigkeit also den Durchgang; sie sind leitend, obgleich man sie für unvollkommene Leiter hält, weil sie, für die Elektricität weniger durchdringlich als die Metalle, diese mit einiger Langsamkeit durch sich durchlassen und zwar ohne Funken, wenigstens nur mit schwachen Funken. Es kommt nun hier darauf an, dadurch, daß man einen metallnen Leiter bloß einigemal mit einem von jenen Körpern, als Tuch, Leder u. s. w., die höchstens ein wenig getrocknet, aber nicht gedörret sind, das heißt, die sich in einem solchen Zustande befinden, wo sie leitend sind, schlägt, in diesem Leiter eine so starke Elektricität zu bewirken, daß er einen mäßig starken Funken giebt.

14. Dies sind die Aufgaben, oder wenn man sie so nennen will, die elektrischen Paradoxa, die ich dadurch glücklich gelöst und erklärt habe, daß ich sie alle auf einen Grundsatz zurückführte und den Erfolg der von mir angeführten und noch einer Menge anderer ähnlicher Versuche, zu deren Detail ich jetzt übergehe, von einer einzigen Bedingung abhängig machte.

E r s t e r T h e i l.

Versuche, woraus sich ergibt, daß ein Leiter vermittelt einer gewissen Verbindung, die, wenn sie nicht gradezu alle Isolation aufhebt, sie doch wenigstens sehr unvollkommen macht, die Kraft erhält, die ihm mitgetheilte Elektrizität weit besser zurückzuhalten.

15. Ich nehme eine an dem Rande stumpfe und wohl abgerundete Metallplatte, die ich von nun an den Deckel nennen will; diesen Deckel halte ich durch drey seidne Schnüre oder vermittelt eines gläsernen mit Siegellak überzogenen Handgriffs in der Luft

in die Höhe, so daß er wohl isolirt ist; alsdann theile ich ihm eine starke Elektricität mit; hierauf nähere ich ihn einer Wand, einer hölzernen Scheibe, einer marmornen Tafel oder irgend einem andern ähnlichen Körper, und zwar bringe ich ihn diesem so nahe, daß er ihn berührt. Was erfolgt? Sind diese Körper nicht feucht oder nicht ganz naß, so finde ich, wenn ich den Deckel mit seiner Fläche behutsam darauf lege, ihn dann wieder wegnehme, und ihn hierauf untersuche, daß mir derselbe noch einen lebhaften Funken giebt.

16. Man wendet mir hier vielleicht ein, daß die Berührung dieser Körper, die, da sie völlig trocken, eher nicht - leitend, als leitend sind, die Isolation meines Deckels nicht aufhebt. Ich gebe zu, daß die von mir angewandten Körper sehr unvollkommene Leiter sind; indessen sind doch weder Marmor noch Holz, so trocken sie auch in ihrem natürlichen Zustande seyn mögen, (d. h. wenn sie nicht im Ofen getrocknet und bis zum Braunwerden gedörret sind) und noch weniger die Wand im Stande, einen Körper wohl zu isoliren. Es ist noch niemand eingefallen, sie

bey elektrischen Versuchen zu dem gewöhnlichen Gebrauch als isolirende Körper anzuwenden und man wird gewiß vergebens versuchen, sie als solche zu gebrauchen. Sobald der erste Leiter einer Elektrisirmaschine eine Wand des Zimmers berührt; so bald die an der Maschine befestigte Kette auf einem marmornen Tische, mag dieser auch noch so trocken seyn, oder auf einem Tische von solchem Holze, das im Ofen nicht recht getrocknet worden ist, liegt, so darf man nicht erwarten, daß der Leiter viel Elektricität behalten werde; er behält nur wenig oder verliert sie ganz und gar. Woher kommt es also, daß der metallne Deckel, wenn er mit seiner Fläche die Wand, den Marmor, das Holz berührt, nicht gänzlich seine Elektricität verliert? Hierin liegt das Wunderbare, das scheinbar Paradoxe.

17. Allein die Berührung dauert vielleicht nicht lange, geschieht vielleicht nur in wenig Punkten? Keineswegs; sie geschieht mit einer großen, einer sehr großen Fläche und dauert ziemlich lange. Aber vielleicht ist es nur ein geringer Rückstand von Elektricität.

den man in dem Deckel nach dem erwähnten Versuche bemerkt? Mit nichten, ganz etwas anders als ein bloßer Rückstand; oft ist es fast die ganze Menge Elektricität, die man ihm vorher mitgetheilt hat, und am häufigsten ein großer Theil derselben. Dies scheint unglaublich, ist aber doch wahr. Ich kann zeigen, daß die Elektricität in meinem Deckel, nachdem er mit einem von jenen Körpern mehrere Sekunden lang in Berührung gewesen, fast ebenso stark und nur um ein wenig schwächer ist, als sie es vor der Berührung war; kann zeigen, daß sie noch ziemlich stark ist, wenigstens so ist, daß man sie nicht sehr schwach nennen kann, wenn schon die Berührung eine Viertelstunde, eine halbe Stunde, und zuweilen ganze Stunden gedauert hat. Ich kann darthun, daß dies nicht bloß dann Statt findet, wenn der Deckel die Fläche des Marmors, der Wand oder des hölzernen Tisches nur in wenigen, sondern auch dann, wenn er sie in mehreren Punkten, oder vielmehr mit seiner ganzen, sehr großen Oberfläche berührt.

13. Wir bleiben hier stehen, und bemerken, daß der Versuch desto besser gelingt,
d. h.

d. h. daß der Deckel die Elektrizität desto länger behält, und eine desto größere Menge Elektrizität behält, je ausgedehnter die Berührung ist, und je fester die Oberfläche des metallnen Deckels an irgend eine von jenen Flächen anschliesst; da hingegen, wenn der Deckel den flachen Körper nur mit seinem Rande berührt, oder man ihn nur auf die Ecke des flachen Körpers legt, oder wenn nur ein kleiner Theil des Deckels auf der Fläche liegt und der übrige Theil desselben über den Rand des flachen Körpers hervorragt, alle oder doch fast alle Elektrizität sich in weniger Zeit und selbst in wenigen Sekunden zerstreut; wo sie alsdann zusehends unter der Form von Funken, die zwar schwach, aber doch sichtbar sind, aus dem Deckel in die berührte Fläche übergeht. Diese Fläche ist also, ich wiederhole es, ein Leiter, obgleich ein unvollkommener, wie die geringe Kraft und das leise Knistern der Funken deutlich zeigt.

19. Wir dürfen über solche Versuche nicht schnell hinweggehn. Damit man das außerordentliche und besondere, beinahe möchte ich sagen, das unglaubliche, was ihnen eigen ist,

besser einsehen und schätzen lerne, ist es gut, daß man sie unter einander vergleiche. Wenn die Flächen von Marmor, Holz oder die Wand hinreichend gute Leiter sind, um die Elektricität des metallnen Deckels, der eine von jenen Flächen nur in wenigen Punkten berührt, an sich zu ziehen, warum sind sie nicht noch mehr im Stande, dem Deckel seine Elektricität zu nehmen, wenn die Anzahl der Berührungspunkte vergrößert wird, wenn der Deckel jenen Flächen die möglichst-größte Oberfläche darbietet? Ist er dann mehr isolirt? oder ist er es nicht im Gegentheil weniger als jemals, jetzt, wo er mit seiner ganzen Fläche unmittelbar auf einem Körper ruhet, der zwar kein vollkommener Leiter ist, der aber doch mehr ein Leiter als ein Nichtleiter ist (16. 18.)? Auf welche Weise ist er denn jetzt im Stande, die Elektricität so zurückzuhalten, daß er meinem Finger jedesmal einen so starken Funken giebt, so oft ich ihn, nachdem jene Berührung aufgehoben, berühre? Und dennoch ist dies der Fall; und mag der folgende Satz immerhin ein Paradoxon zu seyn scheinen, er gründet sich zu fest auf Thatsachen, als daß man ihn be-

zweifeln könnte. In einer Menge von Fällen, und so auch in dem Falle, wovon hier jetzt die Rede ist, hält ein Leiter die Elektricität um so besser zurück, je schlechter er isolirt ist, oder, was dasselbe ist, je näher man diesen Leiter einem Körper bringt, der, wenn er auch kein vollkommener Leiter ist, doch eher zu den leitenden als zu den nichtleitenden Körpern gehört, und je gröfser die Fläche ist, worin beide Körper sich einander berühren, so dafs er die Elektricität nie länger zurück zu halten im Stande ist, als grade dann, wenn er jenen Körper mit der möglichst-gröfsten Fläche und so nahe, als es nur angeht, berührt.

20. Um es kurz zu fassen, und auf die Versuche mit dem Deckel zurückzukommen, so ist es ausgemacht, dafs eine vollkommene Isolation die Elektricität nicht so gut und nicht so lange zurückhält, als eine gewisse unvollkommene Isolation, wenn sie anders noch den Namen einer Isolation verdient. Wenn man den Deckel an den seidnen Schnüren oder vermittelst irgend eines isolirenden Handgriffs in der Luft in die Höhe hält, so verliert er gewöhnlich in einigen Minuten alle die Elektri-

cität, die man ihm mitgetheilt hat; setzt man ihn hingegen auf eine von den erwähnten Flächen, die man doch leitend nennen muß (16. 17.), obgleich sie es nur unvollkommen sind, (eine Platte von Alabaster oder von einem wohl geglätteten und sehr alten carrarischen Marmor, den man beständig vor großer Feuchtigkeit in Acht genommen, ist hierzu tauglicher, als irgend ein anderer Körper,) so wird er seine Elektricität vielleicht in einer Stunde nicht verlieren. Setzt man den Deckel auf einen grossen Schwefel- oder Harzkuchen, der erst vor Kurzem gegossen, ganz rein und trocken, folglich völlig isolirend ist, so verliert er ebenfalls seine Elektricität schneller, als wenn man ihn auf die erwähnte Platte setzt. Setzt man ihn endlich auf eine viereckige Platte von jenem carrarischen Marmor, der die Elektricität so gut zurückhält, oder auf eine hölzerne Scheibe von den erforderlichen Eigenschaften, und legt man unter diese Körper einen andern völlig isolirenden Körper, z. B. eine kleine Säule von sehr trockenem Glase, so behält der Deckel seine Elektricität nicht so lange, als wenn man den Marmor oder das Holz, worauf er liegt,

mit andern leitenden Körpern in Verbindung setzt. Es ist also gewiss, daß die Fläche, worauf man den metallnen Deckel legt, von Natur nicht völlig isolirend seyn darf, und daß man diese Fläche, wenn sie, wie sie es eigentlich seyn soll, ein unvollkommener Leiter ist, oder zwischen einem leitenden und einem nichtleitenden Körper das Mittel hält, vielmehr mit der Erde in ungehinderte Verbindung setzen muß, statt sie vollkommen zu isoliren, wenn man anders die Absicht hat, die Elektricität auf eine längere Zeit darin zurückzuhalten.

21. Während der Deckel auf diese Weise einen flachen Körper, der weder von Natur isolirend noch isolirt ist, in einer großen Fläche berührt, erlangt er eine so starke Tenacität, die ihm mitgetheilte Elektricität zurückzuhalten, daß eine nicht isolirte Person, die ihn zu verschiedenenmalen mit dem Finger berührt, oder mit irgend einem Metalle auf ihn schlägt, sie ihm nicht rauben kann. Er verliert alsdann allerdings einen ziemlich großen Theil seiner Elektricität, und man kann es, wenn man ihn zu oft mit dem Finger berührt oder mit dem Metalle schlägt, endlich dahin

bringen, daß er sie gänzlich verliert. Indessen ist es mir doch mit einem recht ebenen Deckel von zwey Fuß im Durchmesser, der auf einem Tische von weißem Marmor lag, und selbst mit kleinern Deckeln von höchstens 6 — 8 Zoll im Durchmesser, die ich gewöhnlich zu diesen Versuchen gebrauche, (und die ich ebenfalls sorgfältig auf eine Fläche von Marmor oder recht trockenem Holze, oder auf irgend eine andere Fläche von den erforderlichen Eigenschaften setze,) gelungen, den Deckel bald mit dem Finger, bald mit einem Metallstabe 30 Sekunden lang und noch länger zu berühren, ohne ihm jedoch seine ganze Elektrizität zu rauben, so daß er, wenn man ihn von der Fläche aufgehoben hatte, noch einen mäßigen Funken zu geben im Stande war. Es ist mir gelungen, ihm nach dem Aufheben noch einen kleinen Funken zu entlocken, wenn ich ihn auch zuvor mit einem eisernen Schlüssel oder mit einem Hammer wol funfzig bis sechzigmal geschlagen hatte.

22. Dieser Umstand muß einem jeden, der nur die oberflächlichste Kenntniß von elektrischen Versuchen hat, seltsam und sehr über-

raschend vorkommen. Hier ist keine Spur mehr von Isolirung; hier ist Berührung mit unvollkommenen, mit vollkommenen Leitern; eine Berührung mit den erstern, die lange Zeit dauert und in einer grossen, in einer sehr grossen Fläche geschieht, eine Berührung mit den letztern, die zwar weniger anhaltend und weniger ausgebreitet ist, die aber doch beides hinreichend und mehr als hinreichend ist, um einen Leiter von 100 — 1000 Fufs Länge aller seiner Elektricität zu berauben. Wie geht es also zu, dafs unser kleiner Deckel noch einige Elektricität zurückbehält, dafs er selbst noch eine nicht geringe Menge davon zurückbehält, nachdem er so oft und so lange berührt worden ist? Man wird natürlicherweise untersuchen, ob die Person, die den Deckel berührt, nicht auf irgend eine Art isolirt sey, ob der trockne Fussboden die Elektricität nicht hindert, sich zu zerstreuen.

Allein alle Zweifel, alle Einwürfe werden aus dem Wege geräumt seyn, sobald ich zeige, dafs der Deckel eine ziemlich starke Elektricität behält, obgleich die Person oder der metallne Stab, die ihn zu verschiedenenmalen

berühren, nicht bloß mit dem Fußboden des Zimmers, sondern selbst mit einem eisernen Drath, der in einen wasserreichen Brunnen geht, in Verbindung steht.

23. Noch muß ich einen andern Einwurf heben, der einiges für sich zu haben scheint und der verführen könnte, wenn ich ihn nicht in das gehörige Licht stellte. Da die Fläche, könnte man sagen, worauf der Deckel gesetzt wird, ein unvollkommener Leiter ist, so besitzt sie zum Theil die Natur und die Eigenschaften der Nichtleiter, und sie kann hier daher gewissermaassen als die Basis des Elektrophors wirken. Wo bleibt denn aber das Wunder, wenn der metallne, auf die Fläche gesetzte und in dieser Lage mit dem Finger berührte Deckel einen Funken ausströmt, sobald man ihn aufgehoben hat? ist das nicht grade das Geschäft und das Spiel des Deckels beim Elektrophor? Allein man hüte sich; zwischen beiden ist ein großer Unterschied, den ich wohl zu bemerken bitte. Der Elektrophor ist nie thätig, er bringt die ihm eigenthümlichen Wirkungen nie hervor, wenn man ihn nicht vorher dadurch in Thätigkeit setzt, daß man

auf seiner nichtleitenden Basis Elektricität erregt. Diese Elektricität entweicht und verliert sich erst nach langer Zeit, und klebt sehr fest an der isolirenden Fläche. So lange dieser Zustand dauert, strebt der auf diese Fläche gesetzte Deckel eben so viel von seiner eigenen Elektricität auszuströmen, und er strömt auch wirklich so viel aus, wenn es angeht, zum Beispiel, wenn man ihn mit dem Finger berührt; (vorausgesetzt, daß die auf der isolirenden Fläche haftende Elektricität positiv ist; ist sie negativ, so zieht der berührte Deckel eben so viel fremde Elektricität an sich). Kurz, der Deckel bekommt beständig eine Elektricität, die der auf der isolirenden Fläche befindlichen entgegengesetzt ist, und die er nur dann offenbart, wenn man ihn von der elektrisirten Fläche getrennt und in die Höhe gehoben hat. Dieses Spiel, das sich so oft erneuert, als man Lust hat, bleibt beständig dasselbe; immer erregt die der isolirenden Oberfläche hartnäckig adhärende Elektricität und der Finger oder irgend ein anderer Körper, der den auf jene Fläche gelegten Deckel berührt, die starke entgegengesetzte

Elektricität, die der Deckel nach der Trennung zeigt. Fehlt aber die eine oder die andere, zu Bewirkung dieses Phänomens nothwendige Bedingung, d. h. ist die auf der isolirenden Fläche erregte Elektricität gänzlich zerstreut, oder hat man den auf die Fläche gelegten Deckel mit dem Finger oder einem andern Leiter zu berühren unterlassen, und in ihm dadurch eine entgegengesetzte Elektricität bewirkt, so findet auch die erwähnte Wirkung nicht mehr Statt.

24. Ganz anders verhält es sich mit unserm metallnen Deckel (der indeß dem Deckel des Elektrophors sehr ähnlich ist), den man besonders elektrisirt und alsdann auf eine Fläche von Marmor oder einen ähnlichen Körper legt. Wenn man ihn zuvörderst behutsam mit seiner Fläche parallel auf den flachen Körper (Marmor z. B.) legt, so findet man niemals, daß auf der Oberfläche des Marmors die mindeste Elektricität erregt wird; diese Fläche bekommt gar keine Elektricität oder wenn sie eine geringe Quantität erhält, so bleibt dieselbe nicht an der Oberfläche, sondern sie vertheilt sich in die Substanz des Mar-

mors, durchdringt ihn und zerstreut sich. Ferner ist die Elektricität, die man beständig in unserm Deckel wiederfindet, wenn man ihn, nachdem er aufgesetzt und berührt worden, in die Höhe hebt, nicht die entgegengesetzte von der, die man ihm gleich anfangs mitgetheilt hat, wie dies immer beim Elektrophor der Fall ist (23.) sondern sie ist die gleichnamige; es ist augenscheinlich ein Ueberrest von der Elektricität, die man dem Deckel mittheilte, ehe man ihn aufsetzte und berührte. Sobald dieser Ueberrest einmal dadurch erschöpft ist, daß man dem Deckel einen Funken entlockt hat, so mag man ihn immerhin auf die Marmorfläche setzen und ihn berühren und aufheben, er giebt nicht das mindeste Zeichen von Elektricität mehr; eine dritte wesentliche Verschiedenheit der Wirkungen des Elektrophors und derjenigen, wovon hier die Rede ist und ein offener Beweis davon, daß der Oberfläche des Marmors keine Elektricität anhängt.

25. Ich gebe zu, daß es wohl kommen kann, daß der Oberfläche einer Marmorplatte oder der Fläche einer hölzernen Tafel eine

geringe Menge Elektricität adhärirt, so daß man alsdann alle Erscheinungen des wirklichen Elektrophors wahrnimmt; allein in diesem Falle muß das Holz außerordentlich trocken seyn (wobey es jedoch nicht unumgänglich nothwendig ist, daß es bis zum Braunwerden gedörret sey, da es schon hinreicht, wenn man es nur an der Sonne wohl trocknen läßt); der Marmor muß ebenfalls völlig trocken seyn, wenn er nicht gar am Feuer oder an der Sonne erhitzt seyn muß. Dann muß man, selbst wenn diese aus Marmor oder aus Holz bestehenden Flächen auch noch so geneigt sind, Elektricität anzunehmen, entweder eine starke Reibung anwenden, oder das Ende eines isolirten Leiters oder den Knopf einer geladenen Leidner Flasche allmählich auf einem großen Theile dieser Flächen herumführen. Allein begnügt man sich, den metallnen Deckel, nachdem man ihn zuvor recht stark elektrisirt hat, platt auf die marmorne oder hölzerne Fläche zu setzen, so bewirkt er darin nicht die mindeste Elektricität.

26. Durch ein Verfahren, wie das eben erwähnte, würde man nicht einmal die iso-

lirende Fläche eines sehr guten Elektrophors zu elektrisiren im Stande seyn. Um die Elektricität in dieser letzteren zu erregen, muß man den elektrisirten metallnen Deckel nicht mit seiner flachen Seite, sondern mit seiner scharfen Randseite, auf die isolirende Fläche legen, und darauf umherführen, so daß man sie in vielen Punkten berührt. Noch besser erreicht man seine Absicht, wenn man den Deckel, während er auf seinem Kuchen liegt, elektrisirt; doch muß in diesem Falle die Elektricität gehörig stark seyn, wenn sie die verlangte Wirkung hervorbringen soll. Ist sie nur schwach, berührt man zum Beispiel den Deckel mit dem Knopfe einer nur schwach geladenen Flasche, so behält er alle die Elektricität, die man ihm mittheilt, für sich, er mag nun auf der isolirenden Basis eines Elektrophors, oder auf der halb - isolirenden Oberfläche einer Marmortafel liegen, welche letztere gewissermaassen dieselben Dienste thut. Nur dann, wenn die Flasche stark geladen ist, theilt sie dem flachen Körper, worauf der Deckel liegt, einen Theil ihrer Elektricität mit, und in diesem Falle hängt die ganze Men

ge oder ein Theil der dem Körper mitgetheilten Elektricität der Oberfläche desselben an: die ganze Menge, wenn der flache Körper ein völliger Nichtleiter ist; ein Theil, wenn er das Mittel zwischen einem Leiter und einem Nichtleiter hält, wo sich dann die übrige Elektricität in das Innere des Körpers verbreitet. Dies ist nun bestimmt der Fall, worin sich recht trocknes Holz, wie auch der Marmor, wenn er außerordentlich trocken ist, und vorzüglich wenn man ihn heiß gemacht hat, und alle andere ähnliche Körper, die das Mittel zwischen Leitern und Nichtleitern halten, befinden; und beim Gebrauch solcher Körper tritt allerdings der Fall ein, wo man die Erscheinungen des Elektrophors mit denjenigen Erscheinungen, wovon in dieser Abhandlung die Rede ist, verwechseln könnte.

27. Die von mir oben (21 und folg.) angeführten Versuche lassen also keinen Zweifel, noch eine andre Deutung mehr übrig; dasselbe gilt von einer Menge anderer, deren ich in der Folge Erwähnung thun werde, ferner von den Versuchen, wobey auf die vor-

geschriebene Weise und mit der empfohlenen Vorsicht verfahren worden ist, (25 und 26.) endlich von denjenigen, wo die Fläche, worauf man den metallnen Deckel setzt, der elektrischen Flüssigkeit einen zu freien Durchgang verstattet, und die daher selbst die auf ihrer Oberfläche haftende Elektricität nicht zurückzuhalten im Stande ist; wie dies bey dem weder getrocknetem, noch erwärmten Marmor, dem nicht recht trockenem Holze, einer Wand und einer Menge anderer Körper der Fall ist; bey welchen Körpern indessen zu bemerken ist, daß, wenn man den elektrisirten metallnen Deckel auf die Fläche derselben legt und den Deckel alsdann mehreremal mit dem Finger, mit einem Schlüssel u. s. w. berührt, man doch noch einen kleinen Funken in dem Augenblicke erhält, wo man ihn von der Fläche wegnimmt. (21.)

28. Wie? wird man mir einwerfen, man kann den Deckel auf jede leitende Fläche mit gleichem Erfolge setzen, und er verliert seine Elektricität, selbst wenn man ihn verschiednmal mit dem Finger, mit einem Metall u. s. w. berührt, doch nur erst nach geraumer

Zeit? Das sage ich nicht; ich behaupte im Gegentheil, daß es gewisse Gränzen giebt, die man nicht überschreiten darf. Es ist also wesentlich, daß man nicht vergesse, daß der flache Körper nicht nothwendig ein so starker Nichtleiter zu seyn braucht, daß er den ihm mitgetheilten Antheil Elektricität bloß auf seiner Oberfläche fest halte; daß auch andere weniger unvollkommene Leiter, bey denen es nicht möglich ist, in einem bestimmten Theile derselben die mindeste Elektricität anzuheufen, oder die schnell erfolgende gleichmäßige Verbreitung der Elektricität durch die ganze Substanz derselben zu verhindern, im Stande sind, die Elektricität in dem metallnen Deckel, der sie bedeckt, zurückzuhalten und sie so zu binden, daß der Deckel, auch wenn man ihn mit dem Finger oder einem ähnlichen Körper berührt, doch nicht alle seine Elektricität verliert. Indessen muß man doch eingestehen, daß diese Art von Körpern desto weniger geeignet ist, die Elektricität lange zurückzuhalten, je bessere Leiter diese Körper sind, so daß vollkommene oder beinahe vollkommene Leiter gar nicht mehr zu gebrauchen sind.

sind. Auf diese Weise haben unbedeckte Metallflächen, nasse Zeuge, grüne Holzarten, und ähnliche Körper, (vom Wasser ist hier nicht die Rede) man mag sie auch noch so sorgfältig mit unserm Deckel in Berührung bringen, nicht das Vermögen, die Elektricität desselben zurückzuhalten, wenigstens nicht auf eine merkliche Zeit; und selbst der Marmor, der hier doch unsern Versuchen zufolge trocken und mit reiner Oberfläche angewandt trefliche Dienste leistet, tangt nicht mehr, wenn er angefeuchtet, oder auch nur etwas beschmutzt ist. Wenn ich den elektrisirten Deckel mit einer andern Metallplatte in Berührung bringe, so mag ich ihn immerhin mit der größten Schnelligkeit von derselben abheben, ich bemerke dennoch jedesmal, daß er kaum so viel Elektricität behalten hat, daß er im Stande ist, einen leichten Faden anzuziehen. Lasse ich ihn die Platte nur mit dem Rande berühren oder berührt er dieselbe auf irgend eine andre Weise bloß in wenigen Punkten, so ist es mir bey aller, beim Abnehmen desselben angewandten, Geschwindigkeit nicht möglich, den kleinsten Ueberrest

von Elektricität darin zu bemerken. Nähere ich ihn einem sehr empfindlichen Elektrometer, so bringt er an demselben nicht die geringste Veränderung hervor.

29. Wir finden also, bis auf den Fall, wo man zwey vollkommene Leiter, d. h. zwey Metalle auf einander legt, überall das Phänomen wieder, das in den, mit unvollkommenen Leitern angestellten, Versuchen unsere Verwunderung erregte; (19. 20) wir sehen, daß die Elektricität sich dann, wenn die berührende Fläche groß ist, langsamer zerstreut, als wenn die Berührung nur in wenigen Punkten geschieht.

30. Allein gesetzt der Deckel verliere auch durch seinen Contact mit einem andern Metalle seine Elektricität in sehr kurzer Zeit (28) und noch weit schneller, wenn die Berührung nur in wenigen Punkten geschieht, (28. 29) so wird er dadurch doch nicht auf einmal, selbst nicht in mehreren Sekunden, völlig erschöpft, wenn man mit dieser Berührung in wenigen Punkten des Metalls noch eine andre größere mit einem unvollkommenen Leiter verbindet. Haben wir nicht wirklich

gesehen, (21) daß, wenn man den Deckel selbst zu verschiedenenmalen mit dem Finger, mit einem Schlüssel u. s. w. berührt, und er anders nur zu gleicher Zeit auf einer Platte von Marmor, trockenem Holze oder einem andern ähnlichen Körper liegt, ihm seine Elektricität so schnell nicht geraubt wird, daß er nicht noch, wenn man ihn zum erstenmal aufgehoben hat, einen kleinen Funken geben könnte? Das nemliche erfolgt, wenn ein oder mehrere kleine Metallstücke, eine oder mehrere Spitzen wagerecht auf der Oberfläche irgend einer von jenen Platten liegen, falls diese Metallstückchen, diese Spitzen auch noch so wenig über die Platte hervorragten.

Der metallne Deckel behält auf jene Platten gelegt, eine schwache Elektricität und dies vermöge der Einwirkung der Platte, die er wirklich oder doch beinahe berührt; so daß er, wenn man ihn nur kurze Zeit mit den metallnen Spitzen in Berührung läßt und dann schnell aufhebt, noch einen kleinen Funken zu geben im Stande ist; statt daß wenn diese Spitzen weit über die Platte hervorragten, wenn nur sie allein, weit von der Platte, mit

dem Deckel in Berührung wären, alle Elektricität sich gänzlich zerstreuen würde.

31. Das, was ich in den drey vorhergehenden Paragraphen in Betreff der Berührung des metallnen Deckels mit andern Metallen gesagt habe, findet auch bey der Berührung eben dieses Deckels mit andern ziemlich guten Leitern, dergleichen Holzkohlen, Wasser, saftige Theile von Thieren und Pflanzen und alle andere auswendig feuchte oder inwendig recht nasse Körper sind, seine Anwendung. — Allein dies sey genug von solchen Körpern, die, als ziemlich gute Leiter einen ansehnlichen Theil Elektricität wegführen, wo nicht gar völlig vernichten. Kehren wir jetzt zu den weniger vollkommenen Leitern zurück, deren Einwirkung den auf ihrer Oberfläche liegenden Deckel nicht hindert, die Elektricität auf lange Zeit und in einem fast ungeschwächten Zustande zurückzuhalten, (15. 17) wenn beide Körper einander nur mit grofsen und ebenen Oberflächen, und nicht mit den Rändern oder nur in wenigen Punkten berühren, (18) die die Elektricität in dem Deckel, den sie nach unserer Voraussetzung mit einer grofsen Fläche

berühren, sogar so lange erhalten, daß eine vollkommene Isolation in der reinsten und trockensten Luft in dieser Hinsicht nicht so wirksam seyn würde (20), und die, was das wunderbarste ist, die Elektricität so hartnäckig zurückhalten, daß man den Deckel mehr als einmal, und jedesmal sogar eine geraume Zeit lang berühren kann, ohne daß ihm seine Elektricität gänzlich geraubt wird. (21.)

32. Welche Körper sind nun aber unter diesen unvollkommenen Leitern zu diesem Behufe die tauglichsten? Eigentlich die unvollkommensten, wie ich dies schon angedeutet habe (28); die Leiter, die sich der Natur der Nichtleiter am meisten nähern, ohne doch, genau genommen, Nichtleiter zu seyn.

33. Ein Nichtleiter ist im richtigen und strengern Sinne ein Körper, der, indem er der Elektricität weder einen freien Durchgang durch seine Substanz, noch längs seiner Oberfläche einen Weg verstattet, sie zwingt, an den Stellen haften zu bleiben, wo ursprünglich ihr Platz angewiesen worden ist. Dies ist der Fall bey vielen Gläsern, (ich sage vielen, weil man diejenigen Arten von Glas aus-

nehmen muß, die die Elektricität mehr oder weniger leicht durch sich durchdringen lassen,) beim Schwefel, bey den Harzen, den Haaren, der Seide, dem bis zum Braunwerden gedörrten Holze, bey allen Körpern, woraus man sehr gute Isolatoren für unsere gewöhnlichen Elektrisirmaschinen macht und machen kann. Alle diese sind wirkliche Nichtleiter, und man nennt sie noch idioelektrische oder schlechtweg elektrische Körper, wegen der jedem Nichtleiter eigenthümlichen Fähigkeit, durch Reiben elektrisch zu werden. Den Namen Leiter giebt man andern Körpern, die sich von den erstern dadurch unterscheiden, daß die Elektricität, statt sich an den Stellen zu concentriren, denen man sie unmittelbar mitgetheilt hat, alle ihre Theile gleichmäfsig durchdringt und sich darin gleichmäfsig verbreitet; man nennt sie sonst auch symperielektrische oder anelektrische Körper, wegen ihrer Eigenschaft, bloß durch Mittheilung und nicht durch Reibung elektrisch zu werden. Diese Klasse von Körpern theilt sich indessen wieder in zwey Unterabtheilungen; die zur ersten Ab-

theilung gehörigen verstaten der Elektricität den freiesten Durchgang, so daß sie sich ganz ungehindert und fast in einem Augenblicke durch ihre ganze Substanz verbreiten kann; weswegen man sie auch vollkommene oder gute Leiter nennt; die zur zweiten Abtheilung gehörigen Körper setzen der Verbreitung der Elektricität einen merklichen Widerstand entgegen und sie heißen daher schlechte oder unvollkommene Leiter, und sind desto unvollkommener, je langsamer und je schwieriger sie die Elektricität durch sich hindurch dringen lassen. Unter den vollkommenen Leitern stehen die Metalle oben an; hierauf folgen wohl ausgebrannte Holzkohlen, dann das Wasser, das dem Durchgang der Elektricität schon einen merklichen Widerstand entgensetzt, vorzüglich, wenn eine große Menge Elektricität durch einen kleinen Streifen Wasser dringt; nach dem Wasser folgen die Thiere, lebendige und todte, wenn sie nur nicht getrocknet sind; endlich grüne Pflanzen und überhaupt alle von Natur recht feuchte oder sonst recht angefeuchtete Körper. Was die unvollkommenen Lei-

ter betrifft, so giebt es einige darunter, die der Elektricität einen solchen Widerstand entgegensetzen, daß ein Theil derselben an der Stelle, der sie mitgetheilt worden ist, haften bleibt, während die übrige Menge sich gleichmäfsig und schnell in allen ihren Theilen verbreitet. Dies sind alsdann so unvollkommene Leiter, daß sie sich der Natur der Nichtleiter und folglich der elektrischen Körper nähern; so daß sie, wenn man sie recht stark reibt, vorzüglich wenn man sie vorher ein wenig erwärmt hat, immer mehr oder weniger elektrisch werden.*) Dies ist der

*) Es giebt gewisse Körper, die sehr schlechte Leiter sind und die demohngeachtet, man mag sie auch mit aller möglichen Vorsicht so lange reiben, als man will, nie so stark elektrisch werden, daß sie einen sehr leichten Faden anzuziehen im Stande sind. Man könnte daher glauben, sie würden gar nicht elektrisch und hätten folglich nichts mit den elektrischen Körpern gemein. Allein man nehme einen von diesen Körpern, der eine ebene und hinreichend grofse Oberfläche besitzt und reibe diese; hierauf lege man auf diese, ganz todt scheinende, Oberfläche, eine gleich-

Fall bey gewissen Marmor- und andern harten Steinarten, bey recht trockner Kalktünche

falls ebene Metallplatte, wie den Deckel des Elektrophors und verfare nun eben so, wie beim Elektrophor. Man berühre die Metallplatte mit dem Finger oder irgend einem andern Körper und hebe sie dann in die Höhe; die Platte giebt jetzt Zeichen von Elektricität, die man an dem geriebenen Körper nicht bemerkte. Man findet hier wirklich das ganze Spiel und die völlige Wirkung des Elektrophors, dessen mit dem Finger berührter Deckel eine Elektricität erhält, die von der, welche die richtleitende Fläche besitzt, die entgegengesetzte ist; und die sich an dem Deckel, sobald man ihn in die Höhe hebt, in einem viel höhern Grade von Intensität zeigt, als an der nichtleitenden Fläche, wie dies die Lebhaftigkeit des aus dem Deckel kommenden Funkens und die Schwingungen, worin der Deckel das Elektrometer versetzt und die weit stärker sind, als wie sie die nichtleitende Fläche hervorbringen würde, deutlich darthun. Man darf sich daher nicht wundern, dass vermittelst einer ähnlichen Verfahrungsart die Elektricität, die in gewissen Körpern durch Reibung erregt wird, und die zu schwach ist, um unmittelbar wahrgenommen zu werden, bemerkbar wird.

oder solchen Gypsüberzügen,' bey dem Holze, das lange Zeit trocken gelegen hat, beim

Hier hat man also ein trefliches Mittel in Händen, wodurch man eine ursprünglich elektrische Kraft in vielen Körpern entdecken wird, die wir wenigstens unter gewissen Umständen nicht für elektrisch gehalten haben würden, wie z. B. in den Marmorarten, den Knochen und dem nicht außerordentlich trocknen Holze. Durch dieses Mittel wird man ferner in den Fällen, wo die Elektricität auf den geriebenen Oberflächen nicht gänzlich unbemerkbar ist, die Anzeigen ihres Vorhandenseyns verstärken und sie in einem hohen Grade bemerklich machen können, was ein äußerst wichtiger Vortheil ist, vorzüglich wenn man die Art der Elektricität kennen lernen will. Hierzu kommt noch, daß man oft die Weitläufigkeit, den schwach elektrischen Körper erst mit irgend einem andern Körper zu reiben und dann die Metallplatte darauf zu legen, dadurch ersparen kann, daß man jenen Körper unmittelbar mit dem Deckel selbst reibt. Sollte dies letztere aber dann nicht angehen, wenn man einen harten Körper mit dem harten Deckel reiben soll, so bietet uns jenes Mittel einen desto größern Vortheil dar, wenn einer von beiden Körpern weich und biegsam ist. Be-

Elfenbein und allen andern Knochen, beim Pergament und jedem andern Leder, beim

findet sich der Körper, dessen ursprünglich elektrische Kraft man untersuchen will, in dem letzteren Falle, besteht er z. B. aus Leder, Papier, Tuch u. s. w., so ist dies allein schon hinreichend; ist es ein harter Körper, wie Marmor, Holz, Knochen, so kann man die Fläche des Deckels, die zum Reiben gebraucht wird, mit einem Stück Tuch oder Leder bekleiden und auf der obern Fläche eine kleine und dünne Bleiplatte oder auch ein Blatt Goldpapier, dessen vergoldete Seite auswärts gekehrt ist, anbringen. Ein auf diese Weise verfertigter Deckel ist vortreflich zum Reiben; auch kann man ihn als Deckel beim Elektrophor und zu mehreren andern Zwecken gebrauchen. Hn. Cavallo sind die Vortheile dieser Verfahrensart, wodurch man auf eine so bequeme Art von gewissen, völlig oder beinahe nichtelektrisch scheinenden, Körpern deutliche Zeichen von Elektricität erhält, wenn man sie erst reibt und dann dem Deckel des Elektrophors nähert, nicht entgangen. Er sagt nemlich in den Philosophical Transactions und auch in dem letzten Kapitel seiner vollständigen Abhandlung der Lehre von der Elektricität (vierte Ausgabe, Leipzig 1797, Band

Papier, beim Tuche, bey der Leinewand, vor-
 ausgesetzt, daß diese Körper recht trocken sind.

i. S. 389. 390.) folgendes: „Da man bey
 „dem Elektrophor des Hn. Volta aus der Me-
 „tallplatte einen starken Funken erhalten kann,
 „da sich indessen nicht der geringste aus der
 „elektrischen Platte selbst ziehen läßt, so
 „brachte mich dies ganz natürlich auf den
 „Einfall, diese Metallplatte zu gebrauchen,
 „um dadurch die Elektricität einiger sehr
 „schwachen elektrischen Körper zu untersu-
 „chen, die man sonst entweder gar nicht,
 „oder doch nur so schwach wahrnimmt, daß
 „man dabey nicht im Stande ist, ihre Be-
 „schaffenheit zu bestimmen. Ich verfertigte
 „mir daher dergleichen Platten von verschie-
 „dener Größe, unter welchen die klein-
 „ste ein kleiner metallner Knopf war, den
 „ich auf eine Stange Siegellak geklebt hat-
 „te. Durch dieselben erhielt ich eine sehr
 „merkliche Elektricität aus den Haaren mei-
 „ner Schenkel, wenn ich sie gestrichen hat-
 „te, meines Kopfes, und eines jeden Theils
 „von meinem Körper, womit ich den Ver-
 „such anstellte; auch aus dem Haupthaare
 „fast jeder andern Person. Ich erhalte auf
 „diese Art aus dem Rücken einer Katze,
 „einem Hasen- und Kaninchenfell, einem

Ich meyne solches Holz, Leder, Papier, Tuch, solche Knochen u. s. w., die so trocken sind, als sie es von Natur durch langes Aufbewahren oder durch langes Liegen an einer recht trockenen Stelle oder durch eine mäßige Erwärmung an der Sonne oder am Feuer werden können; denn bekanntlich werden sie, wenn man sie bis zum Braunwerden erhitzt, und in einem Ofen so weit trocknet, daß sie stark zu rauchen anfangen, grade hierdurch wirkliche und vollkommene Nichtleiter für die Elektricität, so daß sie alsdann auf das vollkommenste isoliren; kurz, sie werden so vollkommene elektrische Körper, daß sie dem Glase und den Harzen gleichkommen.*)

„Stück Flanell oder Papier so starke Funken, daß ich jetzt eine belegte Flasche damit laden, und mit dieser ein Loch in ein Kartenblatt schlagen kann.“ V.

*) Hierüber kann man eine meiner Dissertationen nachsehen, die im Jahr 1771 erschienen ist und den Titel führt: *de corporibus eteroelectricis, quae sunt idio-electrica, experimenta atque observationes*; worin unter andern von einer Elektrisirmaschine die Rede ist, wozu

34. Die vorhergehende Digression enthält freilich nichts Neues und nur bloß bekannte Sachen. Indessen darf man nicht glauben, daß sie überflüssig sey, da die bekannten Gegenstände darin aus einem Gesichtspunkte betrachtet werden, der vorzüglich dazu geeignet ist, die Gränzen der Versuche und ihrer wirklichen Resultate genau festzusetzen, so daß man jetzt besser zu bestimmen im Stande ist, welche Körper die unvollkommenen Leiter sind, die, wie wir gesehen haben, (28) einzig zu den Versuchen, wovon hier die Rede ist, gebraucht werden können und was für einen Begriff man sich von diesen Leitern machen soll. Ich habe es schon gesagt, (28. 32) und ich wiederhole es hier noch einmal, wo man diesen Gegenstand viel besser einsehen wird: diejenigen Körper, die zwischen den Leitern und den Nichtleitern grade in der Mitte stehen, die, wie ich sie oben (33 gegen das Ende) beschrieben habe, die Elektrizität

ich eine Scheibe von Pappe nahm, und woraus ich schöne große Funken erhielt, die eine Leidner Flasche ziemlich stark luden, u. s. w. V.

zwar durchlassen, die ihr aber einen ziemlich großen Widerstand entgegensetzen, die sogar durch Reiben ein wenig elektrisch werden, diese Körper halten die Elektricität vorzüglich gut in dem metallnen Deckel zurück, wenn man diesen Deckel platt auf ihre Oberfläche legt, und sie bewirken darin eine solche Tenacität, daß man ihm die Elektricität selbst dann nicht gänzlich rauben kann, wenn man ihn mit einem Finger oder mit einem Metalle verschiedenemal berührt.

35. Wenn es wahr ist, daß die vollkommenen Leiter zu der Absicht, die Elektricität in dem auf ihnen liegenden Deckel zurückzuhalten, nicht tauglich sind und daß hingegen die unvollkommenen Leiter hierzu um so geeigneter sind, je schlechter sie leiten und je mehr sie sich der Natur der Nichtleiter nähern, (28. 32. 33) so könnte es scheinen, als wenn die vollkommenen Nichtleiter das Entweichen der Elektricität aus dem Deckel am besten verhindern müßten. Allein dies ist doch nicht wirklich so. Man muß, wie schon erwähnt worden ist, solche Körper aussuchen, die zwischen Leitern und Nichtleitern grade

das Mittel halten. So haben wir wirklich gesehen, (20) daß der Deckel, wenn man ihn auf einen dicken Kuchen von recht reinem Harze, oder auf irgend einen andern vollkommenen Nichtleiter legt, seine Elektricität nicht so lange behält, als wenn er auf einer recht trocknen Marmortafel oder auf einem andern Halbleiter liegt.

36. Der Unterschied ist indessen nicht sehr groß, wenn man bloß bey diesem Versuche stehen bleibt; ja ich muß sogar gestehen, daß der Vortheil auf der Seite des vollkommenen Nichtleiters liegt, so bald die andere Fläche ein unvollkommener, allein nicht höchst unvollkommener Leiter ist. Noch füge ich hinzu, daß es wenige Marmorplatten giebt, die in diesem Grade Leiter sind, und daß ich, den schönen weissen carrarischen Marmor und einige Alabasterarten ausgenommen, noch keinen Marmor gefunden habe, der die Elektricität in dem auf ihm liegenden Deckel länger zurückgehalten hätte, als eine völlig nichtleitende Fläche sie zurückhält. Es ist mir mit sehr stark erhitzten Tafeln von Holz gelungen, wenn sie fast gar nicht mehr leitend,

son-

sondern vielmehr nichtleitend waren und durch Reibung elektrisch wurden, obgleich das letztere in einem sehr geringen Grade. Indessen wenn gleich die Elektricität sich ohne Zweifel länger in dem Deckel erhält, wenn er auf einer Fläche von Alabaster oder getrocknetem Holze ruhig liegt, als wenn man ihn auf eine wirklich nichtleitende Fläche legt, so ist doch, wie ich schon erwähnt habe, der Unterschied bis hierher nicht sehr groß; allein er wird es, er ist in die Augen fallend und zeigt sich äußerst bestimmt zum Vorthail der nicht völlig isolirenden Fläche, sobald man den Deckel mit dem Finger, einem eisernen Schlüssel u. s. w. berührt. Man kann ihn mehrere Sekunden lang berühren, ohne daß er seine Elektricität völlig verliert, (21) wenn die Fläche, worauf er liegt, grade das Mittel zwischen einem Leiter und einem Nichtleiter hält, oder auch, wenn sie mehr Leiter als Nichtleiter ist, wie dies beim gewöhnlichen Marmor, dem bloß durch langes Liegen getrockneten Holze oder einer trocknen Wand der Fall ist (16, 18, 33); da hingegen derselbe Deckel, wenn er auf einen vollkommenen Nichtleiter, wie zum Bei-

spiel auf einen reinen Harzkuchen, auf eine dicke, saubere und recht trockene Glastafel, auf eine recht trockene Holzplatte gelegt wird, kurz, wenn man ihn völlig isolirt, alle seine Elektricität verliert, sobald man ihn nur ein einzigesmal mit dem Finger berührt, und er also ganz unfähig ist, seine Elektricität bey mehreren wiederholten Berührungen zurückzuhalten.

37. Auch wenn der Deckel auf einer Platte vom besten Marmor oder sehr trockenem Holze liegt, (in welcher Lage er seine Elektricität gewöhnlich so gut zurückhält,) so verliert er sie doch bey der ersten Berührung, sobald diese Platten auf einer isolirenden Säule ruhen, oder sobald man sie vermittelst seidener Schnüre in der Luft schwebend erhält, oder sie auf irgend eine andere Weise außer Verbindung mit der Erde setzt. Habe ich daher nicht Recht, wenn ich behaupte, daß eine sehr vollkommene Isolirung das Entweichen der Elektricität aus unserm Deckel weit mehr befördert, als eine sehr unvollkommene? Falls aber noch jemand nach dem allen, was ich bisher hierüber gesagt habe, zweifel-

haft seyn sollte, so würde ich ihn, um ihn vollends zu überzeugen, darauf aufmerksam machen, daß der metallne Deckel jene merkwürdige Tenacität, vermöge welcher er wiederholte Berührungen mit dem Finger ohne großen Nachtheil für die ihm mitgetheilte Elektricität zu ertragen im Stande ist, wieder erlangt, sobald man die Isolirung der marmornen oder hölzernen Platten mittelst eines Leiters, der dieselben mit dem Boden in Verbindung setzt, aufhebt.

38. Einerseits taugen also die unvollkommenen oder die Halb-Leiter, die von Natur und mehr als alle andere Körper den metallnen Deckel dahin zu bestimmen vermögen, daß er die Elektricität ungeachtet wiederholter Berührungen zurückhält, nicht mehr, wenn sie außer Verbindung mit der Erde gesetzt werden, wenn in einer kleinen Entfernung von der Fläche, die der Deckel berührt, Nichtleiter vorhanden sind, die eine wirkliche und vollkommene Isolirung bewirken. (20, 35, 36, 37) Von der andern Seite werden aber dieselben Nichtleiter, die von Natur in dem Deckel eine solche Tenacität nicht

hervorbringen können, hierzu alsdann fähig, wenn ganz nahe an ihrer äußern Oberfläche ein mit der Erde in Verbindung stehender Leiter vorhanden ist; d. h. wenn der wirkliche Nichtleiter nur aus einer wenig dicken Lage oder Schichte besteht und unter dieser Lage oder Schichte irgend ein leitender Körper befindlich ist.

39. Es giebt also nur einen Fall, wo die Elektrizität unsers Deckels den Berührungen des Fingers u. s. w. nicht widersteht; den Fall nemlich, wo seine Oberfläche von jeder andern breiten, leitenden und mit der Erde in Verbindung stehenden Oberfläche entfernt ist, was nun auf zwey verschiedene Weisen bewirkt werden kann: entweder dadurch, daß man ihn in der Luft isolirt in die Höhe hält oder auch, daß man ihn auf einen dicken Nichtleiter setzt. Berührt er aber mit seiner flachen Seite und mit einer grossen Oberfläche einen unvollkommenen Leiter, oder ist er ihm sehr nahe, ohne ihn jedoch zu berühren, ist er nur durch eine Luftschichte oder auch durch einen dünnen Nichtleiter davon getrennt, so erhält er die wunderbare Tenacität, wovon hier

die Rede ist, diese Eigenschaft, die ihm einmal mitgetheilte Elektricität selbst bey wiederholten Berührungen nicht wieder fahren zu lassen.

40. Ich habe bisher immer vorausgesetzt, daß der Deckel mit seiner flachen Seite aufgelegt wird, und dies auch dann vorausgesetzt, wenn er von dem unvollkommenen Leiter durch eine dünne nichtleitende Lage oder Schichte getrennt wird; ein wichtiger Umstand, da der Deckel, wenn er diese Lage oder Schichte unter einem sehr stumpfen Winkel oder nur in wenigen Punkten auf irgend eine Weise berührt, einen ansehnlichen Theil seiner Elektricität verliert, indem dieselbe an den berührten Punkten haften bleibt, oder auch die ganze Lage oder Schichte, wenn diese sehr dünn ist, durchdringt.

41. Statt einer in einem hohlen Grade trockenen Tafel von Marmor oder Holz kann man also zu den erwähnten Versuchen eine dünne Metallplatte anwenden, die mit Schwefel, mit Siegellack oder einer andern harzigen Materie überzogen ist; kurz einen Kuchen, wie man ihn zum Elektrophor gebraucht. Dieser letztere wird trefliche Dienste thun. Legt

man auf diese vorher nicht elektrisirte Harztafel eine andere vorher elektrisirte Metallplatte, wie den zum Elektrophor gehörigen, elektrisirten Deckel, so theilt er derselben keine Elektricität mit, denn wenn man ihn aufhebt, so findet man die Harztafel eben so todt wie vorher. Ich sage, er theilt ihr keine mit; allein dies gilt nur unter einer unumgänglich nothwendigen Bedingung (25, 26): man muß nemlich den Deckel genau mit seiner Fläche auf den Nichtleiter legen. Er hält seine Elektricität so gut zurück, daß er nach ganzen Stunden, oft nach Verlauf eines ganzen Tages, noch im Stande ist, in dem Augenblicke, wo man ihn in die Höhe hebt, einen kleinen Funken zu geben; wohl verstanden, wenn er während der ganzen Zeit, wo er auf dem andern Körper lag, nicht berührt worden ist; ob er gleich auch, wenn man ihn mehreremal mit dem Finger oder auf eine andere Weise einige Sekunden lang berührt hat, noch einige Elektricität zurückzuhalten vermögend ist.

42. Hier darf ich eine sehr wichtige Bemerkung nicht vergessen; die Bemerkung

nemlich, daß die Elektricität länger in dem metallnen Deckel bleibt, wenn er auf einem dünnen isolirenden Lager liegt, als wenn man ihn auf die Oberfläche einer unbedeckten Marmor- oder sehr trocknen Holzplatte legt; daß er hingegen in dem erstern Falle wiederholten Berührungen weniger widersteht, als in dem letztern Falle. Derselbe metallne Deckel, der auf eine dünne Harztafel gelegt, einen ganzen Tag lang einen kleinen Ueberrest von Elektricität behält, wird vielleicht eine gleiche Menge nur zwey bis drey Stunden lang zurückhalten, wenn er auf einer Tafel von schönem weißen carrarischen Marmor liegt, obgleich dieser Marmor das Entweichen der Elektricität aus dem Deckel unter allen unvollkommenen Leitern am besten verhindert. Er behält hingegen in dem letztern Falle eine so starke Elektricität zurück, daß er Funken zu geben im Stande ist, nachdem man ihn eine oder zwey Minuten lang und mehreremal hinter einander mit dem Finger berührt hat; statt daß er, auf der Harztafel liegend, seine Elektricität in einigen Sekunden verliert, wenn man ihn gleich nur ganz leise berührt und

jede Berührung nur sehr kurze Zeit dauert; und er verliert seine Elektricität um so schneller, je dicker die nichtleitende Schichte ist; so daß ihm, wenn die Schichte mehrere Linien dick ist, seine Elektricität durch eine zwey- oder dreimal wiederholte Berührung mit dem Finger geraubt wird; ja eine einzige Berührung reicht hin, wenn dieser Ueberzug einen Zoll dick ist (38). Alsdann ist es der Fall von vollkommener Isolirung, wo der Deckel ganz entfernt von leitenden Flächen ist (39); eine Isolirung, die, ich wiederhole es, dem Deckel nicht die Kraft verleiht, die Berührung eines Leiters ohne Schwächung, wo nicht gar ohne gänzliche Zerstreuung der ihm mitgetheilten Elektricität zu ertragen, indem dies nur allein die unvollkommene Isolirung, wovon bisher die Rede war, zu thun im Stande ist.

43. Aus diesen Gründen halte ich folgende beide Methoden für beinahe gleich unvollkommen isolirend; nemlich die Methode sowohl, wo man einen Körper auf eine halbleitende und halb nichtleitende Fläche legt, wie z. B. auf Marmor, trocknes Holz, trocknen Kalk, als auch die, wo man ihn auf eine

dünne nichtleitende Oberfläche, die einen Leiter bedeckt, bringt; z. B. auf eine Metallplatte, die mit einem dünnen Ueberzuge von Siegellak oder Firnis versehen ist, auf eine Scheibe von Holz oder Pappe mit einem ähnlichen Ueberzuge, auf Wachstuch, auf einen Tisch, eine Bank, die mit seidenen Zeugen überzogen sind u. s. w. In der That, wenn man den ersten Leiter einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine durch eine Kette mit den auf die erwähnte Art überzogenen Platten in Verbindung setzt, so bemerkt man, daß sich nur wenige oder gar keine Elektricität in dem ersten Leiter anhäufen läßt, daß sie gänzlich oder beinahe gänzlich in die Platte übergeht, wenn der Ueberzug derselben kein vollkommener Nichtleiter ist oder wenn derselbe nur dünn aufliegt, porös ist und hier und da aufgesprungene Stellen hat, oder wenn er bloß an den Punkten, die das Ende der Kette berührt und an wenigen nahe gelegenen Punkten haftet; wenn es ein vollkommener, dichter und überall gleichförmiger Nichtleiter ist, sobald nur die anhaltend nach der Platte hinströmende Elektricität stark genug ist, um

den ihr von dem nichtleitenden Ueberzuge entgegengesetzten Widerstand zu überwinden und sich durch dieselbe einen Weg zu bahnen. Dies ist nicht der Fall, wenn die Kette des ersten Leiters auf einer sehr dicken, aus einem vollkommenen Nichtleiter bestehenden Schichte ruhet; man kann alsdann die Elektricität in dem ersten Leiter bis zu einer großen Stärke anhäufen. Und gebraucht man nicht wirklich dicke Kuchen von Schwefel oder Harz, um eine Person gehörig zu isoliren? Man lasse aber dieselbe Person auf eine Metallplatte, auf ein kleines Brett, die mit Siegelack oder einer andern harzigen Materie dünn überzogen oder bloß überfirnist sind, auf einen mit Wachstuch bedeckten Tisch, auf eine mit irgend einem seidnen Zeuge überzogene Bank u. s. w. treten, so ist alle Mühe vergebens. Man drehe die Elektrisirmaschine so oft um, als man will, nie erhält man aus der auf diese Weise isolirten Person einen von jenen schönen Funken, die sie uns geben würde, wenn sie auf einem dicken Kuchen von demselben Harze, auf demselben mehreremale zusammen und über einander gelegten Zeuge stände.

24. Und doch hält derselbe Deckel, wenn man ihn mit seiner flachen Seite auf dieselbe mit Harz überzogene oder bloß überfirnißte Metallplatte oder auf das nemliche Brett, auf jenen bloß mit Wachstuch bedeckten Tisch, auf die mit Seide überzogene Bank legt, die ihm vorher mitgetheilte Elektricität länger, und mit einer weit größern Tenacität zurück, als wenn man ihn auf dieselbe Weise auf eine dicke Harztafel legte; denn in dem letzteren Falle sehen wir, daß alle seine Elektricität bey der ersten Berührung mit dem Finger sich schon zerstreut (38, 39); da sie sich im Gegentheil in dem erstern Falle, wie oben erwähnt worden ist, (38, 41) mehreremale wiederholter Berührungen ungeachtet in dem Deckel erhält.

45. Also auch die letzteren, mit Flächen, die mit einem dünnen nichtleitenden Ueberzuge bedeckt sind, angestellten Versuche (welche Versuche im Grunde nicht von denen verschieden sind, die wir mit von Natur halbleitenden Flächen anstellten,) zwingen uns zur Anerkennung der Wahrheit des Satzes, daß derjenige Zustand, worin ein Leiter die ihm mitgetheilte Elektricität am besten zurückzuhalten im

Standē ist, keinesweges derjenige ist, wo er am vollkommensten isolirt ist, sondern im Gegentheil der, wo er so unvollkommen isolirt ist, daß man kaum sagen kann, er sey isolirt, grade so, wie wir dies darzuthun uns vorgenommen hatten.

46. Allein ich habe noch mehr behauptet, und die Vortheile, die man sich dadurch verschaffen kann, daß man den Leiter, statt ihn vollkommen zu isoliren, mit seiner flachen Seite auf sehr wenig isolirende Körper legt, sind noch weit ausgedehnter. Weit wichtiger als der vorher erwähnte ist der Vortheil, wovon die Auflösung der meisten, zu Anfange dieser Abhandlung aufgestellten Aufgaben abhängt; und hiermit wollen wir uns in einem zweiten Theile beschäftigen. Indessen scheint es mir doch zweckmäfsig, ehe ich diesen Theil schliesse, mich etwas weitläuftiger und im einzelnen über die verschiedenen Arten von Körpern zu verbreiten, die ich bald mit einem mehr, bald mit einem weniger guten Erfolg mit Rücksicht auf ihre besondern Eigenschaften und die vorhandenen Umstände sowohl in den bisher beschriebenen, als in vielen andern ähnlichen,

noch zu beschreibenden Versuchen angewendet habe. Dieses Detail wird für diejenigen nicht überflüssig seyn, die etwa Lust haben sollten, diese Versuche zu wiederholen.

47. Ich habe mehreremal des Marmors als eines Körpers erwähnt, der zu denjenigen gehört, die am besten zu dieser Art von Versuchen taugen; indessen habe ich auch an verschiedenen Stellen bemerkt, daß nicht ein jeder Marmor gleich gut ist, und daß der beste unter allen der schöne carrarische ist, wozu ich auch noch einige Alabaster rechne. (20. 36.) Ich habe ferner gesagt, daß der Marmor recht rein und vorzüglich recht trocken auf der Oberfläche seyn muß. (20. 28.) Allein dies ist noch nicht genug. Wenn er innerlich feucht ist, wie dies gewöhnlich der Fall ist, wenn er erst vor kurzem aus dem Bruche oder aus der Mühle gekommen ist, wenn er dem Wasser lange ausgesetzt gewesen ist, so leitet er die Elektricität zu sehr, und taugt dann gar oder doch beinahe gar nicht zu jenen Versuchen. (28. 32. 33.) Daß man seine Oberfläche alsdann abtrocknet, hilft nichts; man muß ihn einige Stunden am Feuer oder an der Sonne

erwärmen. Dasselbe ist fast immer bey den Marmorarten nöthig, die sich zu jenen Versuchen nicht gut gebrauchen lassen, wie dies bey den meisten gefleckten der Fall ist. Einige habe ich indessen dadurch verbessert, dafs ich sie erst im Ofen trocknete, und dann mit einem feinen Oele überstrich und diese Operation mehreremal wiederholte. Die sehr alten Marmortafeln, die man gemeiniglich in unsern Sälen antrifft, sind fast immer zu diesem Zwecke gut, vorzüglich die von weifsem Marmor; sie sind auch dann tauglich, wenn die Luft mit Dünsten angefüllt ist. Man braucht sie nicht zu erwärmen; es ist genug, dafs man sie abtrocknet, wenn sie sichtbar feucht sind. Dadurch, dafs ich den metallenen Deckel auf eine von diesen Marmortafeln, und hauptsächlich auf eine von den aus schönem weifsen carrarischen Marmor gefertigten Tafeln legte, ist es mir gelungen, die Elektricität in demselben mehrere Stunden lang zurückzuhalten, wenn ich ihn nicht berührte (17); mehrere Minuten lang, wenn ich ihn während dieser Zeit zu sechzig verschiedenen malen, und zuweilen eine halbe Minute lang in einem fort mit dem

Finger, mit einem eisernen Schlüssel u. s. w. berührte, oder wenn ich sogar 20 Sekunden lang und länger mit meinen Fingern auf dem Deckel trommelte.

48. Nach dem Marmor, womit ich den Versuch zuerst anstellte, habe ich andere Steine versucht, und unter denselben mehrere harte, wie viereckig geschnittene Agathe, Chalcedone u. s. w. zu meiner Absicht sehr tauglich gefunden. Diese Steinarten scheinen sogar vor dem besten Marmor und Alabaster vielleicht noch den Vorzug zu haben; allein es ist schlimm, daß man so schwer welche findet, womit man Versuche im Großen anstellen könnte. Einige andere, obgleich ebenfalls harte Steine, wie den Granit, den Porphyr habe ich nicht sehr wirksam gefunden; noch unwirksamer oder ganz unwirksam waren weiche und schwammige Fossilien, wenn sie anders vor dem Versuche nicht lange Zeit dem Feuer oder der Sonne ausgesetzt gewesen waren.

49. Mit viereckigen Platten von Elfenbein oder andern Knochen ist mir der Versuch niemals gut gelungen, ausgenommen, wenn ich ihn an solchen Oertern, die gar nicht

feucht waren, und bey sehr tröckener Witterung anstellte; wo ich aber doch noch die Vorsicht haben mußte, jene Platten vor und während des Versuchs zu erwärmen. Anders verhalten sich viereckige Stücke von Schildkrötenschaalen, die, ohne eine ähnliche Vorbereitung zu bedürfen, dem auf ihnen liegenden Deckel die Kraft verliehen, seine Elektricität mehrere Minuten lang zurückzuhalten, so daß man ihn ohne großen Nachtheil für seine Elektricität mehreremal mit dem Finger berühren konnte.

50. Ich komme jetzt zu den Hölzern, deren ich mich oft bedient habe, und die ich auf verschiedene Weise, bald unverändert, so wie die Natur sie liefert, bald mit andern Körpern bekleidet und durch die Kunst bearbeitet anwandte. Nichts habe ich zu meinen Versuchen tauglicher gefunden, als Holzplatten, die vorher in Leinöl gesotten waren, die aber, indem sie wirkliche Nichtleiter zu seyn aufhörten, nur noch sehr unvollkommene Leiter ausmachten, so wie dies auch bey andern kleinen Tafeln der Fall ist, die in einem Ofen bis zum Braunwerden gedörret worden sind, und die sich
folg-

folglich in einem Zustande befinden, der zu den Versuchen, wovon hier die Rede ist, der tauglichste ist. Der auf diesen Holzplatten liegende Deckel behielt seine Elektricität beinahe eben so gut, als wenn man ihn auf den besten Marmor gelegt hätte. Weniger gut hielt er die Elektricität auf hölzernen Brettchen zurück, die ich nicht im Ofen gedörret hatte, die aber doch durch langes Liegen sehr trocken geworden waren, und die ich vor dem Versuche von neuem getrocknet und an der Sonne erwärmt hatte. Mit kleinen hölzernen Tischen, die recht rein, recht glatt, und sorgfältig vor Feuchtigkeit bewahrt worden waren, habe ich die Elektricität in dem Deckel erhalten, wenn ich diesen gleich einige wenigemal berührte. Bedient man sich eines mürben Holzes, das nicht ganz glatt, und weder sehr feucht noch sehr trocken und ein wenig schmutzig ist, so gelingt der Versuch nie gut. Der Deckel verliert auf einem solchen Holze seine Elektricität in wenigen Minuten, zuweilen in zwey oder drey Sekunden. Er zeigt indessen doch eine gewisse Tenacität, da man ihn in dieser Lage ein oder zweimal eine kurze Zeit lang mit dem

Finger berühren kann, ohne daß er seine Elektricität völlig verliert. Ganz anders fällt der Versuch aus, wenn der Tisch ungleich, sichtbar feucht und ganz schmutzig ist. Beinahe in demselben Augenblicke, wo man den Deckel auf einen solchen Tisch leget, verliert er alle seine Elektricität; höchstens braucht man, um ihm alle Elektricität zu rauben, ihn nur einen Augenblick lang mit dem Finger zu berühren.

51. Mäsig trocknes, aber seit langer Zeit mit Tünche überzogenes Holz dient gewöhnlich besser zu jenen Versuchen, als nacktes, und thut dieselben Dienste, als eine Wand, die weder äußerlich noch innerlich feucht ist. Der auf diesem Holze liegende Deckel behält die Elektricität wenigstens 4—5 Sekunden, selbst 2—3 Minuten lang und länger. Außerdem kann man ihn ein-, zwey-, ja zehnmal berühren, ohne daß er sie völlig verliert, wenn man ihn nur jedesmal nicht lange berührt, je nachdem der Ueberzug von Gyps oder Kalk mehr oder weniger trocken ist.

52. Allein ein noch besserer Ueberzug ist ein Ueberzug von Siegellack oder von irgend einer andern harzigen Materie oder ei-

nem schönen Firnißs. Ich habe mit kleinen hölzernen, pappenen, selbst metallnen Tafeln, die ich auf diese Weise überzogen hatte, Versuche angestellt; unter andern mit englischen, lackirten, kupfernen Theebrettern. Der auf dieselben gelegte Deckel behielt seine Elektricität bald eine Viertelstunde, bald eine halbe Stunde lang; zuweilen selbst, wenn der Ueberzug harzig war, mehrere Stunden und selbst einen ganzen Tag lang; dabey konnte ich ihn, vorzüglich wenn er auf überfirnißten Flächen lag, zehn-, zwanzig-, dreißigmal in einer Minute berühren, ohne daß er seine Elektricität gänzlich verlor.

53. Tische, die mit Wachstuch überzogen waren, haben mir beinahe dieselben Dienste gethan; Leinewand, worauf mit Oehl gemahlt war, that völlig oder beinahe das nemliche. Indessen muß man nicht glauben, daß jedes Wachstuch oder alle bemahlte Leinewand gleich tauglich sey. So wie feuchtes Wachstuch, oder feuchte Leinewand, gar nicht zu gebrauchen sind, so thut das härteste und trockenste Wachstuch oder eine ähnliche Leinewand die besten Dienste, wenn beide nur

recht eben und recht rein sind. Ich muß hier bemerken, daß bemahlte Leinwand unbeständiger ist, als Wachstuch; wenn man sie nur ein wenig der Feuchtigkeit aussetzet, so hat dies gewiß gleich auf die Versuche Einfluß; indessen ist doch Leinwand von solchen alten Gemälden, die in einem Zimmer recht trocken gehalten worden sind, zu jeder Zeit zu gebrauchen.

54. Ich habe mit verschiedenen Arten von Leder, mit Pergament, mit Papier Versuche angestellt, allein gewöhnlich mit wenigem Erfolge, weil dies gemeiniglich schwammige und sehr feuchte Körper sind; indessen im Verhältniß als sie zuweilen minder schwammig und feucht, und also unvollkommenere Leiter waren, hielten sie auch die Elektricität in dem, mit ihnen in Berührung stehenden, Deckel eine gewisse Zeit lang zurück, und selbst auch dann noch, wenn man den Deckel ein-, zwey- oder mehreremal mit dem Finger berührt hatte.

55. Sammet endlich, Rasch (ras) und alle seidene Stoffe, selbst die feinsten haben mir immer ziemlich gute Dienste gethan, wenn

ich sie an einer Wand oder auf einem Tische ausspannte; denn wenn ich auf diese Zeuge den metallnen elektrisirten Deckel mit seiner Fläche legte, so verlor er seine Elektricität nur erst nach einer beträchtlichen Zeit, und er behielt einen ziemlich großen Antheil der ihm zuvor mitgetheilten Elektricität, wenn ich ihn auch mehrereremal mit dem Finger berührte. Besonders thun diese seidnen Stoffe, selbst auch haarne Zeuge, wie der Kamelot, zu jeder Zeit ziemlich gute Dienste, sogar auch an Tagen und Oertern, die sehr dunstig sind, wenn sie nur nicht ganz nass und sichtbar mit feuchten Dünsten geschwängert sind. Was wollene Zeuge betrifft, so wollen sie sorgfältiger vor aller Feuchtigkeit bewahrt seyn, und dies ist noch mehr mit baumwollenen und linnenen Zeugen der Fall, die man gewöhnlich erst am Feuer oder an der Sonne trocknen muß, bevor man sich ihrer zu unsern Versuchen bedient. Allein sowohl diese wollenen, baumwollenen, linnenen Zeuge, als die seidenen Stoffe sind am tauglichsten, wenn sie von einem dichten Gewebe und mehr kahl als rauch sind.

56. Ich habe jetzt diejenigen Körper genannt, die gewöhnlich vor den Versuchen getrocknet oder erwärmt werden müssen, wenn sie zu einer Zeit, wo die Luft nicht sehr trocken ist, mit Erfolg angewandt werden sollen. Noch muß ich hinzufügen, daß es oft gut ist, wenn man während des Versuches selbst eine mäßige Wärme unterhält. Doch wenn es seit langer Zeit her sehr trocken war, vorzüglich bey Frostwetter und starkem Nordwinde, dann ist diese Vorsicht überflüssig; alsdann thun Holz, Knochen, Wände, Steine, selbst Ziegel, seidene Stoffe, haarene und andere Zeuge, Leder, Papier, von welcher Beschaffenheit sie auch seyn mögen, ziemlich gute Dienste, Wachstuch und bemahlte Leinwand aber Wunder.

57. Wir dürfen also sagen, daß bloß metallische Körper, Kohlen, weiche und schwammige Steine (bey nassem Wetter und an feuchten Stellen), grünes oder solches Holz, das nicht lange genug gelegen hat, kurz jeder feuchte oder unreine Körper, und selbst das Wasser, die Elektricität einem Leiter sehr schnell rauben, und auch dann rauben, wenn

man diesen letzteren mit jenen Körpern mit seiner flachen Seite und mit einer grossen Oberfläche in Berührung bringt. Das Oel und die übrigen brennbaren Flüssigkeiten führen allerdings auch einen grossen Theil der Elektricität hinweg; indessen lassen sie doch noch immer eine kleine Dosis derselben zurück, so daß unser gewöhnlicher Deckel, wenn man ihn elektrisirt, ihn dann auf eine Metallplatte legt, die von einem dünnen Ueberzuge von Oel bedeckt ist, und ihn kurz darauf aufhebt, noch im Stande ist, einen leichten Faden anzuziehen, und, obgleich dies letztere ziemlich schwer hält, einen kleinen Funken zu geben.

58. Was die übrigen Körper betrifft, die ich in den §§. 46 — 56 aufgezählet habe, diese Körper, die man zu den Leitern rechnen muß, da sie nur wenig oder gar nicht isoliren (33), so rauben sie ebenfalls dem metallnen Deckel seine Elektricität, und rauben sie ihm sogar gänzlich in kurzer Zeit, wenn der Deckel sie nur mit seinem Rande oder in wenigen Punkten berührt (18. 19. 40); berührt er sie aber mit seiner flachen Seite und mit einer grossen Oberfläche, so bleibt die ganze Menge

Elektricität, oder ein größerer oder kleinerer Theil derselben bald eine längere, bald eine kürzere Zeit in demselben zurück (15. 17. 18. 28. 32. 34. u. s. w.), und selbst auch dann zurück, wenn man ihn mehreremal mit einem Finger, einem Schlüssel u. s. w. berührt, eine Berührung, die ihm doch unter jeden andern Umständen alle seine Elektricität rauben würde. Diese den unvollkommenen Leitern eigenthümliche Kraft besitzen die wirklichen und vollkommenen Nichtleiter keinesweges (36), es sey denn in dem Falle, wo sie nur wenig zu isoliren im Stande sind, d. h. wo sie nur aus einer dünnen Lage bestehen, und unter dieser Lage ein Leiter befindlich ist, wie wir dies vorher gesehen haben. (38. 39. 41 ff.)

59. Dieser letztere Umstand, die Schnelligkeit nemlich, womit der metallne Deckel seine Elektricität verliert, wenn er eine halbleitende Fläche unter einem Winkel oder in wenigen Punkten berührt, ist einer von den Gegenständen, womit ich mich in dieser Abhandlung, vorzüglich in den §§. 28 ff. am meisten beschäftigt habe, und dies in der Absicht, um den Satz, der wirklich wie ein Para-

doxon aussieht, mehr herauszuheben, den Satz nemlich, daß wenn man beide Körper, den metallnen Deckel und den andern für die Elektricität, wie bewiesen worden ist, durchdringlichen Körper, sich unter einander in mehrern Punkten, in einer größern Fläche berühren läßt, die Elektricität, statt sich gänzlich und schneller zu zerstreuen, ohne Vergleich besser und viel länger in dem Deckel haften bleibt. Es mußte gezeigt werden, wie sehr die Annäherung und die Berührung weniger Punkte unter einander für die Erhaltung der Elektricität in dem Deckel nachtheilig ist, und wie günstig sich hingegen eine in einer großen Fläche geschehende Berührung zeigt. Grade dieses habe ich auch sorgfältig eingeschärft, indem ich nachdrücklich darauf drang, daß man den Deckel mit seiner flachen Seite und nicht mit dem Rande auf die Fläche des andern Körpers lege. Doch will ich damit nicht gesagt haben, daß bey einer in einer kleinen Fläche geschehenden Berührung der Deckel seine Elektricität augenblicklich verliert; ich habe im Gegentheil die Behauptung immer durch ein „fast“ eingeschränkt, oder ich habe

mich der Ausdrücke: „bald“, „in kurzer Zeit“ oder ähnlicher anderer bedient, um dadurch anzudeuten, daß man jedesmal, wenn die bloß in wenigen Punkten geschehende Berührung sehr kurze Zeit währt, in dem Deckel einen kleinen Ueberrest von Elektricität bemerkt. Hierüber habe ich mich da noch deutlicher erklärt, wo ich von dem Widerstande und dem Aufhalt redete, den die Elektricität bey ihrem Durchgange durch unvollkommene Leiter findet (33). Fasse ich z. B. meinen elektrisirten Deckel bey seinem isolirenden Handgriff, und lasse ich ihn dann mit seinem Rande eine Wand, eine Platte von Marmor oder recht trockenem Holz ein einzigesmal berühren, und ziehe ich ihn hierauf schnell zurück, so bemerke ich darin noch einen Ueberrest von Elektricität, und er ist im Stande, einen Faden anzuziehen; ja, er giebt sogar einen kleinen Funken, wenn der Marmor, das Holz oder überhaupt der von dem Deckel berührte Körper nur die zur Bedingung gemachten Eigenschaften haben, d. h. sobald sie zu den sehr unvollkommenen und beinahe isolirenden Leitern gehören. Der kleine Funke wird noch

deutlicher seyn, wenn jene Körper mit Harz oder Firniß überzogen sind.

60. Ich muß hier das Mittel bekannt machen, wodurch ich untersuche, ob dieser oder jener Körper gut ist, und was ich von ihm erwarten darf, wenn ich daraus eine Platte machen will, um den Deckel darauf zu legen. Ich suche hierzu vorzüglich solche Körper aus, die dem elektrisirten Deckel, nachdem er sie mit dem Rande berührt hat, so viel Kraft übrig lassen, daß er mir bey der Berührung mit dem Finger einen weder starken, noch sehr schwachen Funken giebt; denn der sehr schwache Funke ist mir ein Beweis, daß der berührte Körper ein zu guter Leiter ist und daß er dem Deckel gewiß in kurzer Zeit alle seine Elektricität rauben würde, und dies auch dann thun würde, wenn der Deckel den Körper mit seiner Fläche berührte (28); der starke Funke zeigt mir hingegen, daß der berührte Körper ein zu vollkommener Nichtleiter ist, und daß der mit seiner Fläche darauf gelegte Deckel also seine Elektricität zwar lange behalten wird, wenn man ihn nicht mit dem Finger, einem eisernen Schlüssel u. s. w. be-

rührt; daß sie ihm aber durch wiederholte, mit denselben Körpern geschehende, Berührungen gänzlich geraubt werden kann.

Zweiter Theil.

Versuche, aus denen sich ergibt, daß mit der unvollkommenen Absonderung noch ein anderer wichtiger Vortheil verbunden ist; der Vortheil nemlich, daß ein auf diese Art isolirter Leiter im Stande ist, die Elektricität leichter und in grösserer Menge aufzunehmen, als ein vollkommen isolirter.

61. Alle bisher erzählte Versuche liefern, wie ich mir schmeicheln darf, einen ziemlich vollständigen Beweis für die in dem ersten Theile dieser Abhandlung enthaltenen Sätze, womit nun zugleich auch die erste und die dritte von den in den §§. 5 — 13. aufgestellten Aufgaben gelöst sind. Es bleibt mir nun noch übrig, für die sieben andern, dort als Aufgaben aufgeführten Lehrsätze, die die schönsten und anziehendsten von allen sind, da sie für die angewandte Elektricitätslehre mehrere nicht un-

wichtige Vorthelle darbieten, ohne dabey doch weniger sonderbar und auffallend zu scheinen, ebenfalls durch Versuche den Beweis zu führen. Ich habe gesagt, daß der metallne Deckel, wenn er mit seiner Fläche auf halbleitende Körper gesetzt worden ist, die ganz wunderbare Eigenschaft besitzt, in dieser Lage einen großen Theil der ihm vorher mitgetheilten Elektricität zurückzuhalten, wenn man ihn gleich zu verschiedenen malen mit dem Finger berührt. Mit dieser Eigenschaft, die den Gegenstand der bisher beschriebenen Versuche ausmachte, vereiniget er eine andere, die nicht minder auffallend und wichtig ist als jene, die nemlich, daß er, wenn man ihn, während er sich in der erwähnten Lage befindet, elektrisirt, eine größere Menge Elektricität aufnimmt und festhält; und dies ist der Umstand, den wir jetzt unter verschiedenen Ansichten betrachten und untersuchen wollen.

62. Wenn man den Deckel vermittelst seiner seidenen Schnüre schwebend erhält, oder ihn auf irgend eine andere Art isolirt, so ist das höchste, was man in diesem Falle, welche Kraft man auch anwenden mag, zu sei-

ner elektrischen Ladung thun kann, das, daß man soviel Elektricität darin anhäuft, daß sie an seinen Rändern oder an jeder andern hervorstehenden Stelle ausströmt; alle übrige zerstreut sich sogleich wieder in der Luft, so wie sie in den Deckel eintritt. Setzt man diesen letzteren aber auf die oben erwähnte Marmortafel, worunter ich immer eine saubere, wohl polirte und recht trockene Marmortafel verstehe, auf die überfirniste oder mit Wachstuch überzogene Platte von Holz, auf die bemahlte Leinwand, und elektrisirt man ihn in dieser Lage, so scheint es anfangs, als wenn die Elektricität durch den halbleitenden Körper durchdränge, und als wenn wenig oder gar keine darin zurückbliebe, da er dem berührenden Finger keinen sichtbaren Funken giebt, geschweige denn Strahlenbüschel ausströmt, ja kaum einen ihm genäherten leichten Faden anzieht. Man ist daher zu glauben geneigt, der Deckel habe wenig oder gar keine Elektricität aufgenommen. Allein man mache den Versuch, und entferne ihn von der Fläche, worauf er ruht; man hebe ihn auf und nähere ihm einen Finger, und man wird sich bald

überzeugen, daß der Deckel, der vorher nur einen ganz geringen Antheil von Elektricität zu enthalten schien, jetzt kräftig genug ist, um dem ihm genäherten Finger einen sehr lebhaften Funken entgegen zu schleudern, ja um zuweilen von selbst ganze Strahlenbüschel in die Luft auszuströmen.

63. Und diese Ausströmungen finden jedesmal Statt, so oft die halbleitende Fläche, worauf man den metallnen Deckel, um ihn zu elektrisiren, setzt, die oben zur Bedingung gemachten (32) Eigenschaften besitzt, und vorzüglich, wenn an dem Deckel irgend eine ein wenig abgestumpfte Spitze befindlich ist, oder wenn sein Rand nicht dick genug und nicht gehörig abgerundet ist. Deshalb bediene ich mich, wenn ich einen stärkern Funken haben will, eines Elektrophördeckels, dessen Rand gehörig dick und vollkommen abgerundet ist. Mit einem solchen Deckel experimentire ich auf einer Tafel von altem Alabaster, der so glatt und trocken als möglich ist, auf einer wohl überfirnissten Platte von Holz, auf einem Stück Wachstuch, auf der bemahlten Leinwand, von einem alten Gemählde, und der

Versuch gelingt mir immer vortreflich. Ich ziehe alsdann aus dem Deckel die Elektricität, womit man ihn, während er auf den erwähnten Halbleitern lag, geladen hat und deren Stärke vorher ∞ zu seyn schien. Sobald ich ihn jetzt in die Höhe hebe, giebt er mir in der Entfernung von mehreren Zollen einen starken und sehr stechenden Funken; ja oft strömet in dem Augenblicke, wo ich ihn aufhebe, der Rand desselben, ob er gleich dick und abgerundet ist, nach allen Seiten Strahlenbüschel und knisternde Funken in die Luft aus, was, wenn der Versuch an einem dunkeln Orte angestellt wird, ein sehr angenehmes Schauspiel gewährt.

64. Hieraus folgt nun klar, daß der Deckel eine grössere Menge Elektricität aufzunehmen und festzuhalten geneigt ist, wenn er, statt vollkommen isolirt zu seyn, mit einem andern Körper in Berührung steht. Dieser Körper muß jedoch ein sehr unvollkommener Leiter seyn, und die Berührung in einer grossen Fläche geschehen, was nun auf verschiedene Weise bewirkt werden kann, indem man den Deckel auf solche Körper legt, die entweder von Natur, wie gewisse Marmorarten, Schild-

Schildkrötenschaale, durch langes Liegen oder an der Sonne getrocknetes Holz, Tünche u. s. w. zu jenen Leitern gehören, oder es durch einen dünnen Ueberzug von einer fast nichtleitenden Materie geworden sind, in welchem Falle überfirnistes Holz, Wachstuch, oder eine mit Sammt oder einem andern, weder ganz feuchten, noch außerordentlich trockenen, seidenen Zeuge überzogene Bank sich befinden.

65. Auch dann, wenn man den Deckel auf Platten legt, die mit einer Schichte von vollkommenen Nichtleitern, von Schwefel z. B., von Siegellack oder einem andern Harze, von Haaren, von Seide, (alle diese Körper als völlig trocken angenommen,) bedeckt sind, und ihn in dieser Lage elektrisirt, nimmt er, falls jene Schichte nur dünn ist, eine größere Menge Elektricität auf, als er, auf die gewöhnliche Art in der Luft isolirt, oder auf eine ähnliche, aber sehr dicke Schichte gelegt, thun würde, und zwar nimmt er eine so große Menge auf, daß er, wenn man ihn aufhebt, nach allen Seiten hin Elektricität ausströmt, und dem ihm genäherten Finger einen der stärksten Funken entgegen schleudert. So strömt der Dek-

kel, den man grade in die Mitte eines zum Elektrophor gehörigen, nicht durch Reibung erregten Kuchens gelegt, und nachdem er elektrisirt worden ist, aufgehoben hat, ohne daß man ihn berührt, Funken aus, sendet nach allen Seiten hin kleine Strahlenbüschel, und dies vermöge seines großen Ueberflusses an Elektricität, den er während seiner Lage auf dem Kuchen aufzunehmen im Stande war, den er aber, sobald er in die Höhe gehoben worden ist, nicht mehr fassen kann.

66. Allein ich übergehe gern die Versuche, die man mit dem Kuchen des Elektrophors und jeder andern aus einem wirklichen und vollkommenen Nichtleiter bestehenden Schichte anstellen kann, und zwar deswegen, weil die Elektricität, wenn man sie in dem auf eine solche Unterlage gesetzten Deckel auch nur mäßig anhäuft, leicht der Fläche des Nichtleiters mitgetheilt wird, wo sich denn das Spiel des Elektrophors gewissermaassen wiederholt, so daß die Wirkungen der Versuche grade dadurch zu verwickelt werden (26). Recht gern kehre ich zu meiner Alabastertafel, zu meinem

trockenen und überfirnißten Holze, zu meinem Wachstuche zurück, welches alles Körper sind, die für die Elektricität durchaus, wenn gleich schwer durchdringlich sind, woran die Elektricität folglich niemals oder, wenn man die kräftigsten Mittel anwendet, doch nur sehr wenig haften bleibt (26). Von der andern Seite haben wir gesehen, daß die Versuche über die Tenacität, womit der Deckel, wenn man ihn lange und zu verschiedenenmalen mit dem Finger u. s. w. berührt, seine Elektricität zurückhält, auf diesen Körpern besser gelingen, als auf wirklich isolirenden Unterlagen, so dünn diese letzteren auch seyn mögen; eine Erscheinung, die ich für die wunderbarste unter allen halte.

67. Ja, jene Versuche gelingen ohne Vergleichung besser auf einer unbedeckten Tafel von schönem Marmor oder Alabaster, auf trockenem und glattem Holze, auf Wachstuch, als auf der Harzfläche eines Elektrophors, und dies geht so weit, daß man den Finger an den auf den ersteren Körpern liegenden metallnen Deckel während der ganzen Zeit, wo man ihm die Elektricität mittheilt, halten kann. Man

darf den Finger nur erst einige Sekunden nachher, nachdem man zu elektrisiren aufgehört hat, wegnehmen, und demohingeachtet behält der Deckel noch Elektricität genug zurück, um, wenn er aufgehoben worden, einen kleinen Funken auszuströmen.

68. Wenn ich solche Versuche vor den Augen wirklicher Kenner der Elektricitätslehre anstellte, wie ich dies vor Dilettanten gethan habe, so möchte ich sie wol um die Ursache fragen, weshalb mein metallner Deckel, wenn er von einer isolirenden Säule getragen oder an seidenen Schnüren in der Luft schwebend gehalten wird, augenblicklich alle seine Elektricität verliert, sobald man ihn nur mit der Spitze eines Fingers berührt, falls er wirklich Elektricität enthielt, und warum er, falls er noch keine enthielt, alsdann keine aufnimmt? Der Grund von dieser Erscheinung ist leicht einzusehen, würde mir ein jeder, der nur die oberflächlichsten Kenntnisse in der Elektricitätslehre hat, antworten; wenn sie den Deckel auf diese Weise berühren, so ist er nicht isolirt; die Elektricität geht in ihren Finger über und zerstreut sich gänzlich. Gut; die größten

Kenner der Elektricität, die erfahrensten Experimentatoren können mir keine bessere Antwort geben. Aber wie, würde ich versetzen, ist der Deckel besser isolirt, wenn er, aufser von meinem Finger, noch von der Platte von Marmor oder Holz, worauf er ruht, in einer grossen Fläche berührt wird? Und dennoch bin ich im Stande, ihn in dieser Lage zu elektrisiren, wie dies ein jeder mit seinen eigenen Augen sehen kann, und er verliert alle seine Elektricität alsdann nicht augenblicklich dadurch, daß sie, wie in jenem Falle, in den ihn berührenden Finger übergeht; sondern er behält im Gegentheil, nachdem er zwanzigmal und öfter mit dem Finger berührt worden ist, eine merkliche Quantität zurück. Hatte ich also nicht Recht, wenn ich zu Anfang dieser Abhandlung Paradoxa ankündigte?

69. Ich habe es vorher schon gesagt (62); es giebt für unsern Deckel sowohl, als für jeden andern leitenden Körper in Ansehung der Menge von Elektricität, die beide aufnehmen können, ein Maximum, das sie im isolirten Zustande nicht zu überschreiten vermögen. Dieses Maximum wird durch den Punkt be-

stimmt, wozu die Elektricität nicht eher gelangt, als bis der Deckel sie unter der Gestalt von Stralenbüscheln oder Funken auszustossen anfängt, und bis er, weil es ihm an Capacität fehlt, auf diese Weise fortdauernd alle übrige ihm noch zugeführte Elektricität wieder an die Luft abgiebt. Nun wird man wohl zugeben müssen, daß die Menge von Elektricität, die derselbe Deckel, sobald er auf dem Marmor oder einer andern, mit den erforderlichen Eigenschaften versehenen Fläche liegt, fassen kann, dieses Maximum weit überschreitet, und daß er folglich in dieser vortheilhaften Lage eine weit größere Capacität besitzt, wenn man beim Aufheben desselben von jener Fläche und bey völliger Isolirung desselben die überflüssige Elektricität in reichlichen Stralenbüscheln von selbst aus ihm ausströmen sieht. Und grade dieses erfolgt wirklich, und ist völlig dem Grundsatz gemäfs, nach welchem der Deckel eine weit größere Capacität erlangt, wenn er auf einem flachen Körper liegt, der weder in einem hohen Grade leitend, noch in einem hohen Grade isolirend ist, so daß folglich eine bestimmte Menge Elektricität eine

ohne Vergleich" geringere Spannung besitzt; oder, um mich richtiger und meiner Vorstellung von der Wirkung der elektrischen Atmosphären gemäßer auszudrücken, grade dadurch, daß eine bestimmte Menge Elektricität eine weit geringere Spannung in dem Deckel erzeugt, wenn er auf dem erwähnten flachen Körper liegt, erhält dieser letztere eine Capacität, die größer ist, als diejenige, die er im völlig isolirten Zustande besitzt.

70. Falls man mich fragen sollte, warum diese Spannung so beträchtlich abnimmt, wenn der Deckel auf dem erwähnten flachen Körper liegt, so kann ich hierauf leicht antworten. Der elektrisirte Deckel wirkt auf die in diesem Körper enthaltene Elektricität; diese wird in Thätigkeit gesetzt; sie entfernt sich von der dem Deckel zunächst liegenden Oberfläche, wenn dieser positiv elektrisirt ist; sie sammlet sich an derselben Oberfläche an, wenn er sich in einem negativ-elektrischen Zustande befindet, nach den bekannten Gesetzen der elektrischen Wirkungskreise. Auf diese Weise kommt eine gewisse Compensation zu Stande, so daß die Elektricität des Deckels, der nun gewisser-

maassen das Gleichgewicht gehalten wird, nur eine sehr geringe Spannung äußert; der Deckel verräth nur eine sehr schwache elektrische Kraft, eine Kraft, die nicht vermögend ist, den geringen Widerstand zu überwinden, den der flache Körper als unvollkommener Leiter dem Durchgange der Elektricität entgegen setzt. Die Elektricität des Deckels befindet sich daher, wenn ich mich so ausdrücken darf, so lange in einem gelähmten Zustande, bis der Deckel von der diesen Zustand begünstigenden Fläche entfernt wird, wo dann alle Compensation aufhört, und seine Elektricität sich auf eine merkliche und selbst sehr lebhaft Weise äußern kann.

71. Da ich mich nun einmal ganz ungewungen und fast, ohne es selbst bemerkt zu haben, auf die Erklärung der Erscheinungen eingelassen habe, so freue ich mich recht sehr, daß ich hier nun alles, was ich in einer oder mehreren Abhandlungen, die auf die gegenwärtige folgen sollen, zu entwickeln mir vorgenommen habe, wobey ich auf die Grundgesetze der Elektricitätslehre zurückzugehen denke, nicht bloß angezeigt, sondern in wenigen

Worten zusammengefaßt habe. Doch ich kehre zur Erzählung der Thatsachen zurück.

72. Der Deckel ist also, vermöge seiner, durch seine Lage auf dem erwähnten flachen Körper so beträchtlich vermehrten, Capacität, nicht bloß im Stande, eine außerordentlich große Menge Elektricität aufzunehmen, wenn man wirksame Mittel anwendet, um sie ihm mitzutheilen; sondern er kann auch eine ziemlich große Menge davon aufnehmen, ob man gleich nur eine geringe Kraft anwendet, wenn man ihn z. B. mit dem Haken einer sehr schwach geladenen Leidner Flasche berührt. Dies ist nun ein zweiter wesentlicher und sehr wichtiger Vortheil, den die unvollkommene und sehr unvollkommene Isolirung, wovon hier die Rede ist, vor der vollkommenen voraus hat.

73. Um in dem vollkommen isolirten Deckel die Elektricität bis zum höchsten Grade anzuhäufen, muß man sich einer vortrefflichen Elektrisirmaschine, oder eines Elektrophors, oder einer sehr stark geladenen Leidner Flasche, oder jedes andern, schon bis zum höchsten Spannungsgrade elektrisirten Körpers bedienen.

Begnügt man sich, ihn mit dem Knopfe einer Leidner Flasche zu berühren, die nur so stark geladen ist, daß sie Funken von 2 bis 3 Linien Schlagweite giebt, und das Elektrometer etwa bis zu 10 Grad erhebt, so wird er höchstens eine eben so starke Elektricität bekommen, und dies ist wirklich schon viel; das von ihm berührte Elektrometer wird bis zu demselben Grad steigen, und die Funken werden in gleicher Entfernung zum Vorschein kommen. Aber ich zeige ein Mittel, das in seiner Anwendung eben so einfach, eben so bequem als für den ersten Augenblick auffallend und unerwartet ist, ein Mittel, wodurch man noch weit größere Funken erhalten kann. Man braucht den Deckel nur auf eine von den mehrerwähnten Platten zu legen, und ihn mit dem Haken der so schwach geladenen Flasche zu berühren, so wird man bemerken, daß diese letztere ihm einen beträchtlichen Theil ihrer elektrischen Ladung abgiebt; daß er eine äußerst große Menge von Elektricität aufnimmt und festhält, wobey er vermöge der außerordentlichen Capacität, die ihm seine vortheilhafte Lage verschafft (69. 70.), nur sehr wenig oder fast gar

keine Neigung zeigt, diese Elektricität wieder fahren zu lassen, wie man dies leicht aus dem Umstande abnehmen kann, daß er an einem sehr empfindlichen Elektrometer keine merkliche Veränderung hervorbringt. Hebt man nun den Deckel von dem Halbleiter ab, so daß er seine natürliche geringe Capacität wieder erhält, so bemerkt man, daß das Elektrometer bis zu seinem höchsten Grade steigt, und daß der Deckel, wenn man ihm einen Leiter nähert, Funken von einer mehrere Zoll großen Schlagweite ausströmt; ja, man sieht wol gar von selbst erfolgende Feuerbüschel in die Luft übergehen.

74. Dies geht so weit, daß selbst dann, wenn man sich einer so schwach geladenen Flasche bedient, daß sie nicht im Stande ist, einen sichtbaren Funken zu geben, und man sie für gänzlich erschöpft halten sollte, nachdem man sie zwey- oder dreimal vermittelst des Ausladers entladen, und mehreremal mit beiden Händen berührt hat, um dadurch jeden Rückstand einer Ladung zu vernichten; wenn sie nur noch so viel elektrische Kraft besitzt, um einen dünnen Faden anziehen zu können,

(was eine gute, vorher wohl geladene Flasche selbst dann noch sogar nach ganzen Stunden und Tagen thut, wenn man glaubt, sie sey durch mehreremale wiederholte Berührungen gänzlich entladen) — daß selbst dann, sage ich, wenn man sich einer solchen Flasche bedient, diese noch im Stande ist, dem auf der Unterlage liegenden Deckel so viel Elektricität mitzutheilen, daß er noch, nachdem er aufgehoben worden, einen sichtbaren Funken auszuströmen vermögend ist.

75. Und hiermit wäre ich nun so weit gekommen, daß ich aus den von mir angestellten Versuchen einen nicht unwichtigen Vortheil ziehen kann. Man gebe mir eine so elende Elektrisirmaschine, ein so schlechtes Elektrometer, und dies unter so ungünstigen Umständen, daß es nicht möglich sey, die Elektricität bis zum Funkensprühen anzuhäufen; wenn es mir nur gelingt, die Elektricität so stark zu erregen, daß ein sehr beweglicher Faden davon angezogen wird, so verlange ich nichts weiter. Ich lasse diese so schwache Elektricität einige Zeit lang in den Deckel, der auf eine mit den erforderlichen Eigenschaften verse-

lene Fläche gelegt worden ist, übergeln und sich darin anhäufen, hebe ihn alsdann, wie gewöhnlich auf, und er giebt mir nun einen Funken, der stark genug ist, um meine elektrische Lampe anzuzünden *), und der sich auch zu

*) Von der Erfindung der elektrischen Brennlampe habe ich in meinem dritten Briefe an den Marquis Castelli, der vom 25sten May 1777 datirt, und einige Zeit nachher in der Scelta d'opuscoli interessanti abgedruckt worden ist, einige Worte gesagt. Nachdem ich einige von diesen Lampen, die von verschiedener Art, mehr oder weniger merkwürdig, aber auch weiter nichts waren, versucht hatte, gab ich der den Vorzug, die außer ihrem zierlichen Aeußeren noch den Vortheil hat, daß sie vermittelst eines hinzugefügten kleinen Elektrophors zum Anzünden eines Lichts gebraucht werden kann. Nachher hatte ich Gelegenheit, ihre Wirkungen mehreren Aus- und Einländern, worunter ich mit vorzüglicher Auszeichnung Hrn. von Saussure nenne, der damals grade durch Como kam, freilich nicht ganz genau und deutlich, zu zeigen. Als ich im folgenden Herbste die Schweiz besuchte, theilte ich die Idee von meiner etwas vervollkommenen Vorrichtung mehreren dasigen Physikern

andern interessanten Versuchen, die ich ohne dieses Mittel nicht anstellen könnte, gebrauchen läßt.

76. Da eine so geringfügige Ursache eine so große Wirkung hervorbringt, und da man, vermittelst einer mässigen Elektricitätserregung, in den auf der Unterlage liegenden Deckel so viel Elektricität übergehen lassen kann, als

und Naturforschern mit, liefs ihnen auch ein nicht viel bedeutendes Muster davon zurück. Auch communicirte ich sie zu Strasburg unter andern dem Hrn. Barbier de Tinan, einem grossen Freunde der Physik, die er mit vielem Erfolg studirt. Dieser Mann, der Uebersetzer meiner Briefe über die brennbare Luft, war der erste, der nach mir eine Brennluftlampe verfertigte, die man zum Anzünden eines Lichtes gebrauchen konnte, und er war so gütig, mir in einem seiner Briefe eine Beschreibung davon zu geben. Ein gewisses Journal, das mir vor einigen Monaten in die Hände fiel, erwähnt eines Werkes über die Verfertigung verschiedener Brennluftlampen, das grade zu Strasburg erschienen ist. Da ich dies Werk nicht gesehen habe, so kann ich nicht darüber urtheilen; alles, was ich weifs, ist, dafs Hr. Barbier nicht der Verfasser davon ist, weil er

man ihm, wenn er gänzlich isolirt wäre, durch die besten Mittel und bey der stärksten Erregung nicht mittheilen könnte, so begreift man, daß es unnütz seyn würde, wenn man, um den in dieser Lage befindlichen Deckel zu elektrisiren, eine starke elektrische Kraft anwenden wollte, indem alle ihm zugeführte Elektrizität, die einen gewissen Grad der elektrischen Spannung überschritte, den Widerstand der Unter-

desselben niemals gegen mich erwähnt hat. Was meinen Lichtzünder (*accendilume*) betrifft, so war er schon viel einfacher eingerichtet, als Hrn. Barbier's seiner, als ich, ehe noch von seinem die Rede war, mehrere für mich und meine Freunde verfertigte, so wie ich auch vor zwey Jahren einen an Milord Prince de Cowper sandte, der ihn nach London schickte, nachdem er sich einen für sich hatte machen lassen; allein nachher habe ich ihn noch einfacher und bequemer eingerichtet. Ich werde ihn zugleich mit meinem neuen, gleichfalls vervollkommneten, Eudiometer und mit einigen andern diesen ähnlichen Werkzeugen in einem zweiten Theile meiner Briefe über die brennbare Luft, wozu ich die Materialien, wenigstens größtentheils, schon fertig liegen habe, beschreiben.

lage, (die für die Elektricität nicht undurchdringlich ist, da sie nur ein unvollkommener Leiter, oder höchstens ein sehr schlechter Nichtleiter ist,) überwinden, in diese letztere eindringen und sich darin zerstreuen würde.

77. Also je nachdem die Unterlage des Deckels weniger nichtleitend oder vielmehr weniger unvollkommen leitend ist, wird auch die elektrische Kraft schwächer seyn, die man mit Vortheil bey dem auf dieser Unterlage liegenden Deckel anwenden darf, wenn man in demselben eine Menge Elektricität anhäufen will, die weit größer seyn soll, als diejenige, die ihm vermittelt der erwähnten geringen Elektricitäts-erregung mitgetheilt werden könnte, wenn er, statt sich in der bisher vorausgesetzten Lage zu befinden, völlig isolirt wäre. Wir wollen sehn, was erfolgt, wenn die Unterlage in jeder Hinsicht vortrefflich ist, wenn es z. B. eine wohl überfirniste Scheibe von Holz, ein schönes Stück Wachstuch, eine Tafel von Alabaster oder einem andern alten und harten Marmor ist, und man nun den auf eine solche Unterlage gelegten Deckel mit dem Knopfe einer stark geladenen Flasche elektrisirt. Ein
großer

großser Theil der Ladung geht offenbar verloren; sie dringt gewaltsam in das Innere der Unterlage selbst ein und verbreitet sich in demselben; jedoch nimmt der Deckel eine große Menge Elektricität auf, die er alsdann behält, und die auch eben kein Bestreben zeigt, in andere Körper überzugehen, weil nemlich die vortheilhafte Lage des Deckels seine Capacität um vieles vergrößert (69 und folg.). Wenn nun der Deckel soviel Elektricität aufnimmt und festhält, ohngeachtet, wie wir gesehn haben, die überflüssig starke Ladung der Flasche in das Innere seiner Unterlage eindringt und sich darin zerstreut, so wird eine solche übermäßige Ladung unnütz seyn, und dasselbe muß auch von ihm gelten; d. h. er wird nicht minder stark elektrisirt werden, wenn man die Flasche, womit man ihn berührt, nur mäßig oder selbst recht schwach ladet, kurz so ladet, daß die Spannung ihrer Ladung nicht stark genug ist, um den Widerstand der halbleitenden Unterlage zu überwinden.

78. Aber wie stark muß die Spannung, die Ladung seyn, die man anwendet? So stark, daß der Haken der Flasche bey der Be-

rührung kaum einen kleinen Funken giebt. Alles übrige ist unnütz; denn selbst eine Ladung von dieser Stärke wird nur dann erfordert, wenn die Unterlage des Deckels zu den besten gehört; in andern Fällen kann die Spannung weit geringer seyn; ich will nemlich so viel sagen, daß wenn die Unterlage nur mittelmäßig gute Eigenschaften besitzt, wenn sie z. B. aus einer trockenen Wand, aus übertünchem oder nur bloß trockenem Holze, aus einer nicht sehr alten bemahlten Leinwand u. s. w. bestehet, alsdann eine Ladung hinreicht, die, nicht stark genug, um Funken zu geben, sich bloß durch ihre Wirkung auf ein sehr empfindliches Elektrometer offenbart. Eine stärkere Ladung, eine größere elektrische Spannung ist völlig überflüssig; sie würde von dem Deckel aus in die Unterlage übergehen und sich darin verlieren. Die eben erwähnte schwache Ladung reicht hin, um dem auf die Unterlage gelegten Deckel eine Elektrizität mitzutheilen, die so stark ist, daß er, nachdem er aufgehoben worden, einen mäßigen Funken auszuströmen im Stande ist.

79. Da es unnütz ist, wenn man eine sehr starke Elektricität anwendet, ob man sich gleich beim Anstellen der Versuche der besten Unterlagen bedient, so gilt dies um so mehr von denen, die nicht so gut sind, indem zur Erhaltung der größtmöglichsten Wirkung für die ersteren eine weniger als mittelmäßige (75 und folg.), und für die anderen eine weit geringere Kraft (78) hinreicht. Will man nur eine solche sehr schwache Kraft anwenden, so wie sie z. B. eine Flasche besitzt, die nicht im Stande ist, den kleinsten Funken zu geben, so kann man sich ohne Unterschied sowohl der weniger guten, als auch der bessern Unterlagen bedienen. Eine Wand, bloßes mäßig trockenes Holz erhalten in dem Deckel, der auf die gehörige Weise auf sie gelegt worden ist, eine eben so große Menge Elektricität, als wohl überfirnishtes Holz, weil eine so schwache elektrische Spannung nicht vermögend ist, den Widerstand dieser Wand, dieses Holzes, so gering er auch seyn mag, zu überwinden. Nur in der kürzern oder längern Zeit, während welcher beide Arten von Unterlagen eine gleich große Menge von Elektricität in dem Deckel

concentriren können, wird ein Unterschied Statt finden. Die besseren Unterlagen, d. h. die besseren Nichtleiter verdienen in dieser Hinsicht leicht den Vorzug.

80. Aus dem bisher erwähnten sieht man, daß selbst solche Unterlagen, die ich die weniger guten nenne, und die, wenn sie nicht ganz zu den unvollkommenen Leitern gehören, sich diesen doch weit mehr, als den Nichtleitern nähern, den beabsichtigten Zweck ziemlich gut erfüllen. Will man vermittelst einer sehr schwachen elektrischen Kraft eine mäßig große Menge Elektricität in dem Deckel sammeln und anhäufen, so lege man ihn, nachdem er zuvor wohl elektrisirt worden, mit seiner flachen Seite auf eine von diesen Unterlagen, auf eine weder gut überfirnißte, noch ganz trockene Tafel von Holz, auf ein etwas nasses Stück Leder, auf neue Wachseleinwand, auf eine nicht recht trockene und nicht aus Seide bestehende Decke, und man wird bemerken, daß er in wenigen Sekunden nicht den mindesten Antheil Elektricität mehr besitzt; noch weniger widersteht er der Berührungsprobe, indem eine einzige, mit der Fingerspitze ge-

schehende, ihn plötzlich aller seiner Elektricität beraubt. Elektrisirt man aber den Deckel, nachdem er auf die Unterlage gelegt worden, mit dem Knopfe einer schwach und kaum merklich geladenen Flasche, und hebt man ihn alsdann sogleich auf, so giebt er selbst einen kleinen Funken.

81. Doch wir kehren zu unsern bessern Unterlagen, den unvollkommenen Leitern, oder vielmehr den Halbleitern zurück. Diese können zwar eine stärkere elektrische Tension aushalten, aber viel stärker darf sie indess auch nicht seyn (76 und folg.). Vermittelst einer solchen, obgleich sehr schwachen Spannung, vermittelst der sehr mässigen Ladung einer Leidner Flasche theilt man jedoch dem auf einer von diesen Unterlagen ruhenden Deckel eine eben so große Menge Elektricität mit, als man es vermittelst eines bis zum höchsten Grade elektrisirten Conductors, einer äußerst stark geladenen Flasche nicht im Stande seyn würde, wenn man nemlich seine Lage veränderte, und ihn z. B. an seidenen Schnüren in der Luft schwebend erhielte, oder ihn auf irgend eine andere Weise vollkommen isolirte (73).

Deshalb habe ich gesagt, daß man nur eine mittelmäßige Kraft anzuwenden braucht (75 und folg.). Ich füge jetzt hinzu, daß eine größere Kraft nicht allein unnütz, sondern auch in gewisser Hinsicht nachtheilig seyn würde, weil alsdann sehr verschiedene Wirkungen unter einander verwechselt, und die Resultate der Versuche hierdurch zweideutig werden könnten. In der That, da diese aus den besten ausgewählten Unterlagen etwas von der Natur der Nichtleiter an sich haben (32. 33.), so würden sie unfehlbar zu der Entstehung der dem Elektrophor eigenthümlichen Erscheinungen Veranlassung geben (26); welches aber grade Erscheinungen sind, die wir gänzlich von denen zu einer andern Art gehörigen, wovon jetzt die Rede ist, und die wir hier besonders zu untersuchen denken, trennen wollen. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, muß man vorzüglich dahin sehen, daß der Deckel nicht sowohl auf keine Unterlagen gesetzt wird, die ein wenig nichtleitend sind, (dies sage ich nicht, da man im Gegentheil sich keiner bessern bedienen kann) (32. 34.); — sondern daß man auf den auf der Unterlage ruhenden Deckel nie

eine Elektricität wirken läßt, die seine Capacität überschreitet, und die eine so große Spannung besitzt, daß sie im Stande ist, bis zu der Oberfläche der Unterlage, worauf der Deckel ruhet, durchzudringen und daran haften zu bleiben; daß man nie eine Elektricität, die sich durch lebhaftes Funken äußert, sondern eine so geringe und schwache anwendet, daß sie kaum stark genug ist, um einen leichten Faden anzieh'n oder höchstens einen sehr kleinen Funken geben zu können.

82. Wenn man diese Vorsichtsregeln beobachtet, so kann man sich mit Nutzen selbst solcher Unterlagen, die mit Siegellack oder einem andern isolirenden Stoffe überzogen sind, der Basis eines gewöhnlichen Elektrophors, falls die Harzlage nur nicht dick ist, bedienen, ohne daß man zu fürchten braucht, der auf einer solchen Unterlage ruhende, stark elektrisirte Deckel werde der isolirenden Fläche einen Theil seiner Elektricität mittheilen (26). Von der andern Seite hat man den sehr beträchtlichen Vortheil, daß der Deckel die Elektricität weit längere Zeit behält, als wenn

man ihn in irgend einer andern Lage elektrisirte (42).

83. Ich habe einige interessante Versuche angekündigt, die man vermittelst unserer Vorrichtung bequem anstellen kann, wohin z. B. das Abschießen meiner elektrischen Pistole, das Anzünden meiner Brennluftlampe u. m. a. gehören (75). Es wird daher nicht zur Unzeit seyn, wenn ich hier die bequemste und leichteste Art, wie man diese und ähnliche Versuche anstellen, und mehreremal ohne große Mühe wiederholen kann, anzeige. Hr. Cavallo hat uns eine von ihm erfundene Methode gelehrt, die Leidner Flaschen so einzurichten, daß sie ihre Ladung, selbst wenn man sie in der Tasche trägt, eine geraume Zeit lang behalten *). Eine nach dieser Methode verfertigte und geladene Flasche kann, wenn sie ein bischen groß ist, als ein elektrisches Magazin angesehen werden; sie kann, wenn man nur die kleine Glasröhre, worin der Drath mit dem Knopfe eingekittet ist, herausnimmt, und wenn man sie die meiste Zeit über ruhig stehn

*) Man sehe: Cavallo's vollst. Abhandl. von der Elektricität, vierte Aufl. Bd. 1. S. 324.

läßt, und vor Feuchtigkeit bewahrt, eine ziemlich starke Ladung eine ganze Woche lang behalten, und eine schwache noch weit länger. Aber durch das von mir angezeigte Mittel wird diese schwache Ladung, die nicht einmal einen sichtbaren Funken zu geben im Stande ist, mehr als hinreichend, um, nachdem die kleine Röhre mit dem Drathe in den Hals der Flasche zurückgebracht worden, dem auf seiner Unterlage befindlichen Deckel jedesmal, wenn ich ihn mit dem Haken der Flasche berühre, so viel Elektrizität mitzutheilen, daß er, wenn ich ihn nachher in die Höhe gehoben habe, einen guten Funken zu geben vermag. Der Versuch gelingt immer, wenn die Ladung der Flasche nur nicht ganz zerstreut und vernichtet ist; und beobachtet man die angezeigten Vorsichtsregeln, so kann es eine gute Zeit dauern, ehe es mit einer Flasche so weit kommt. Man nehme an, und diese Annahme ist keineswegs übertrieben, die Flasche sey im Stande, die ihr mitgetheilte Ladung so gut zu bewahren, daß sie nach vierzehn Tagen noch einen sichtbaren Funken zu geben vermögend ist, so bleibt sie gewiß mehrere Monate, und

vielleicht ein ganzes Jahr lang hinreichend stark geladen, um wenigstens einen leichten Faden anziehen zu können. Und dieser Grad von Ladung reicht zu unserer Absicht, den Deckel zum Funkengeben zu bringen, hin, falls wir nur auf die vorgeschriebene Weise verfahren.

84. Indefs, anstatt daß man den Deckel unmittelbar mit der großen Flasche berührt, thut man eben so gut, wenn man sich mit einer andern sehr kleinen Flasche versieht, und den Haken oder Knopf dieser letzteren mit dem Knopf der großen Flasche in Berührung bringt, um dadurch der kleinen eine mit ihrer Capacitat, die wegen ihrer nur wenige Zoll großen Belegung weit geringer ist, im Verhältniß stehende Ladung mitzutheilen, und nun hierauf mit demselben Knopfe den Deckel auf die gehörige Weise berührt, wo dieser letztere dann, so schwach auch die Ladung der kleinen Flasche seyn mag, und so unvermögend sie auch ist, von selbst Funken zu geben, eine Elektricität erhalten wird, die so stark ist, daß er, wenn man ihn aufhebt, einen großen Funken schleudert, und dies nicht bloß einmal,

sondern mehreremal hinter einander, falls man ihn nur, so oft als man ihn auf die Unterlage legt, mit dem Haken oder dem Knopfe der kleinen Flasche berührt, ohne dafs es indessen erfordert wird, dafs man den Knopf der letzteren jedesmal wieder mit dem Knopfe der grossen Flasche in Berührung bringe. Nachdem man nun, bey mehrmaliger Wiederholung dieser Operation dem Deckel etwa zehn bis zwölf Funken entlockt hat, je nachdem die kleine Flasche eine grössere oder geringere Capacität hat, je nachdem sie stärker oder schwächer geladen ist, und man diese Ladung völlig erschöpft hat, braucht man den Knopf der kleinen Flasche nur wieder mit dem der grossen zu berühren, um, falls man Lust hat, den Deckel von neuem wieder eben so viele Funken entlocken zu können.

85. Hr. Ingenhousz bedient sich eines ganz ähnlichen Mittels. Er gebraucht eine sehr grosse, auf Cavallo's Art eingerichtete Flasche, die ihre Ladung sehr lange behält, und eine gewöhnliche Leidner von mässiger Grösse, die er vermittelst der ersteren, so oft er Lust hat, gewisse interessante Versuche anzustellen, la-

det; wenn er z. B. einen Wachsstock durch den elektrischen Funken anzünden will, was er dadurch bewirkt, daß er die mäßig große Flasche mittelst eines Ausladers entladet, dessen eines mit einem Knopfe versehenes Ende in etwas Baumwolle, die man vorher in zerstoßenem Geigenharz gewälzt hat, eingehüllt ist *). Dieses Harz sowohl als die Baumwolle wird durch einen mäßigen Funken leicht entzündet, und mit der brennenden Baumwolle zündet man alsdann den Wachsstock an. Doch wenn die große Flasche anfangs nicht stark, oder schon vor geraumer Zeit geladen worden ist, (zuweilen zerstreut sich der größte Theil der Ladung schon in wenigen Tagen, wenn man die Flasche gleich mit aller möglichen Genauigkeit verfertigt hat) und vorzüglich wenn sie nicht sorgfältig genug aufbewahrt worden ist, so giebt sie unmittelbar von selbst keinen Funken, geschweige daß sie die kleine Flasche in Stand setzen sollte, einen Funken von der erforderlichen Stärke zu geben, und man erhält bald weder einen Schlag, noch einen

*) Man sehe: Ingenhousz vermischte Schriften.
Wien 1784. Band 1. S. 191.

sichtbaren Funken mehr. Ich sage bald, d. h. nach Verlauf von einigen Wochen.

86. Anders verhält sich die Sache, wenn man meine Vorrichtung damit verbindet. Diese besteht aus einer bloßen Metallscheibe, die man auf eine mit den erforderlichen Eigenschaften versehene Unterlage legt, wie z. B. auf eine recht glatte Marmorplatte, auf eine trockene und ebene Wand, auf eine ebenfalls trockene und recht saubere Scheibe von Holz, (noch bessere Dienste thut eine solche Scheibe, wenn sie überfirnist oder sorgfältig mit Siegelack überzogen ist) auf ein Stück Wachstuch oder ein Stück bemahlte alte Leinwand, auf Atlas, Sarsche, Kamelot, oder auf jeden andern unvollkommenen Leiter oder unvollkommenen Nichtleiter und selbst, wenn man will, vollkommenen Nichtleiter, wovon sich aber nur eine sehr dünne Lage auf der Oberfläche eines Leiters befinden darf. Wer sollte wol glauben, daß wenn die Elektrizität in der großen Flasche so schwach ist, daß sie nur eine sehr geringe Spannung zeigt, und die Flasche gleichsam todt zu seyn scheint, wenn dies um so mehr der Fall bey der kleinen Fla-

sche ist, die man mit der grossen in Berührung gebracht hat, um ihr die gehörige Ladung dadurch mitzutheilen, — wer sollte, sage ich, wol glauben, daß diese Elektricität hinreichen würde, um meinen Deckel zu verschiedenenmalen so stark zu elektrisiren, daß er ziemlich grosse Funken giebt, womit ich meine Pistole abschiessen, meine Brennlampe anzünden, einen unwirksamen Elektrophor in lebhafte Thätigkeit setzen, und eine andere kleine Flasche laden kann *) u. dgl. m.?

*) Folgendes ist die Weise, wie ich einer kleinen Flasche;vermittelst einer grossen schwach geladenen eine starke Ladung mittheile. Ich berühre unsern metallnen Deckel, der sich in der oft erwähnten Lage befindet, mit dem Knopfe der grossen Flasche, hebe ihn alsdann sogleich auf, und halte ihn hierbey isolirt; seine elektrische Spannung wird alsdann so gross seyn, daß er an den Haken der kleinen Flasche einen ziemlich grossen Funken abzugeben im Stande ist, obgleich die grosse Flasche, womit er berührt wurde, kaum die Kraft hatte, einen Faden anzuziehen. Nachdem ich den Deckel wieder auf die Unterlage gelegt habe, berühre ich ihn wieder wie das erstemal mit dem Knopfe

Wer hätte wol, ehe er die in dieser Abhandlung erzählten Versuche kannte, gedacht, daß die äußerst schwache, von einer vormaligen Ladung in der großen Flasche noch zurückgebliebene Elektricität, nachdem sie zwischen der großen und kleinen Flasche vertheilt, und

der großen Flasche, hebe ihn von neuem auf, und nähere ihn zum zweitenmale dem Haken der kleinen Flasche, um dieser noch einen Funken mitzutheilen, und dies Spiel wiederhole ich zwanzig-, dreißig-, bis vierzigmal. Durch die zwanzig, dreißig bis vierzig Funken, die die kleine Flasche auf diese Weise erhalten hat, wird sie so stark geladen, daß ihre Explosion, wenn sie nun selbst entladen wird, mit einem lebhaften Funken begleitet ist. Wenn man mit dem Rande des aufgehobenen Deckels, statt den Haken der kleinen Flasche damit zu berühren, auf dem Harzkuchen eines Elektrophors herumfährt, und dies mehreremal hinter einander wiederholt, so wird dieser letztere bald elektrisirt seyn. Um diesen Versuch bequem anzustellen, kann man den Deckel von demselben Elektrophorkuchen dazu nehmen, den man elektrisiren will; man berührt den Deckel mit dem Knopfe der großen Flasche, während er auf der Harzfläche liegt; nachdem man ihn

nachher noch einmal bey ihrem Uebergange in den Deckel getheilt worden ist, noch im Stande seyn sollte, einen lebhaften Funken, — nein nicht einen, sondern mehrere solcher Funken — zu liefern? Und dies erfolgt dennoch beständig, so lange die Elektricität der grossen Flasche nicht völlig erschöpft ist, so lange noch ein Minimum von Elektricität in derselben vorhanden ist. Eine solche schwache elektrische Spannung besitzt sie aber gewiss noch nach mehreren Monaten, wenn sie sich nach Verlauf von vierzehn Tagen durch einen Funken und einen merklichen Schlag äussert.

87. Wenn ich nur einen oder wenige Funken brauche, so lasse ich die Elektricität aus der grossen Flasche lieber in eine zweite sehr kleine, oder in eine Glasröhre, die nur 2—3 Zoll belegte Oberfläche hat, übergehen.

Ich aufgehoben hat, berührt man den Kuchen mit seiner Randseite, legt ihn dann wieder mit seiner Fläche auf die Unterlage, berührt ihn mit dem Knopfe der grossen Flasche, hebt ihn auf und fährt mit seiner Randseite wieder auf der Harzfläche umher, und wiederholt diese Operation mehreremal.

Ich pflege dieser Röhre die Gestalt eines Fingerhuts zu geben; diesen Fingerhut stecke ich auf den Zeigefinger, berühre mit seiner Spitze oder seiner äußern Fläche, (die wie andere Leidener Flaschen mit Stanniol überzogen ist,) den Knopf der großen Flasche, bringe ihn darauf mit dem, sich in seiner gewöhnlichen Lage befindenden, Deckel in Berührung, wo dieser alsdann sogleich in dem erforderlichen Grade elektrisirt wird. Der Fingerhut kann jedesmal, wenn er den Knopf der großen Flasche berührt hat, dem Deckel vier, sechs bis acht Funken geben, falls er ihn so vielmal berührt, während er auf seiner Unterlage liegt, und falls der Deckel eben so oft aufgehoben worden ist; worauf man dann dem Fingerhut dadurch wieder Elektrizität mittheilen muß, daß man ihn von neuem mit dem Knopfe der großen Flasche in Berührung bringt, und so fort. Indessen ist dieser Vortheil damit verknüpft, daß man aus der großen Flasche jedesmal nur eine schwache elektrische Ladung erhält, eine Ladung, die mit der geringen Capacität des Fingerhuts in gradem Verhältnisse stehet.

§8. Allein man glaube nicht, daß bloß bey solchen Versuchen, die die Neugierde beschäftigen und einige Unterhaltung gewähren, sich von einem Mittel Anwendung machen läßt, das man auf eine so bequeme und leichte Art gebrauchen kann, um die Elektricität gewissermaassen zu verstärken, oder diejenige merklich und thätig zu machen, die sonst unbemerkt und todt bleiben würde. Es lassen sich von unserer Vorrichtung, die ich künftig den Condensator der Elektricität nennen werde, noch weit nützlichere Anwendungen machen, Anwendungen, die zu neuen und wichtigen Entdeckungen führen können. Ich rede hier von dem uns durch ihn verschafften Vortheil, die ursprüngliche Elektricität in einer größeren Anzahl von Körpern, und zwar auf eine leichtere Art offenbar zu machen, in Körpern, worin wir sie mit unsern gewöhnlichen Mitteln unmöglich hätten entdecken können, worin wir sie nicht einmal vermuthet hätten.

(33. Anmerk.) Ich verweile nicht bey dem Umstande, daß dieser Apparat, indem er uns zeigt, daß alle Leiter, die Metalle nicht ausgenommen, dem Durchströmen der Elektrici-

tät einigen Widerstand entgegensetzen, uns ein Mittel an die Hand giebt, um genau zu bestimmen, welche Körper den größten, und welche den kleinsten Widerstand ausüben, und unter welchen Umständen sie ihn ausüben. Ich will die Idee nicht geltend machen, worauf mich diese letzteren Versuche gebracht haben, ich meyne die Idee von einem äußerst empfindlichen elektrischen Hygrometer *).

- *) Hier ist die Idee zu einem solchen Hygrometer. Eine viereckige Platte von Elfenbein dient zur Unterlage für einen metallnen Deckel, den man mit seiner Fläche darauf legt, und dann mit dem Knopfe einer mäfsig stark geladenen Leidner Flasche elektrisirt. Das Elfenbein, das von Natur ein unvollkommener Leiter ist, nöthigt, je nachdem es mehr oder weniger trocken ist, eine grössere oder kleinere Menge Elektricität sich in dem Deckel zu concentriren. Da es für Feuchtigkeit sehr empfindlich ist, so sieht man, daß die Zeichen von vorhandener Elektricität, die der Deckel giebt, mit dem Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre, und also auch des Elfenbeins, in umgekehrtem Verhältnisse stehen werden. Setzt man daher mit dem auf dem Elfenbein liegenden Deckel, wenn man ihn mit dem Knopfe der kleinen ge-

Was aber zu wichtig ist, als daß ich es übergehen könnte, ist der Umstand, daß unser Condensator uns ein äußerst leicht anzuwen-

ladenen Flasche berührt, ein Elektrometer in Verbindung, so zeigt dies eine kaum merkliche Spannung von 2—3 Grad, und selbst eine noch geringere an, wenn das zur Unterlage dienende Elfenbein feucht ist. Doch diese Spannung wird immer merklicher, wenn man den Deckel aufhebt.

Zu diesem Versuche sind zwey Dinge unumgänglich nothwendig. Zuvörderst muß die Ladung der Flasche wenigstens die ganze Spannung besitzen, die der metallne Deckel, während er auf dem Elfenbein liegt, annehmen kann, weil die Flasche nichts geben kann, was sie nicht selbst besitzt. Ist ihre Spannung größer, so ist das um so besser, weil die überflüssige Elektricität sich durch das Elfenbein entladet, wo der Deckel dann nur so viel Elektricität zurückbehält, als er in seiner dermaligen Lage fassen kann. Zweitens muß man, nachdem der Deckel elektrisirt worden ist, den Knopf der kleinen Flasche schnell zurückziehen, weil der mindeste Verzug dem Deckel einen beträchtlichen Verlust zuziehen würde.

dendes Mittel darbietet, um die atmosphärische Elektricität zu untersuchen, und selbst die Elektricität, die bey heiterm Himmel vorhanden ist, zu jeder Zeit so merklich zu machen, daß sie sich durch Funken offenbart.

89. Bekanntlich hat man schon seit langer Zeit über diesen Gegenstand, über die bey heiterm Himmel vorhandene Elektricität, Beobachtungen angestellt; aber welche Vorrichtungen hat man nicht anwenden müssen, um sie merklich zu machen, und wie weit ist man hierin gekommen? Kaum ist es mit den höchsten Blitzableitern gelungen, oder waren sie nicht außerordentlich hoch, so mußten sie wenigstens mit einem Metalldrath versehen seyn, der einen langen Weg durch die Luft machte. Und auch auf diesem Wege erhält man nicht immer Zeichen von Elektricität, oder erhält man sie, so sind sie meistens so schwach, daß sie sich kaum durch die Bewegung eines sehr empfindlichen Elektrometers, sehr selten durch einen schwachen Funken äußern *). Etwas befriedigendere Resultate ge-

*) Beccaria osservazioni della elettricità terrestre atmosferica a cielo sereno etc.

ben die elektrischen fliegenden Drachen, wenn sie mit Sorgfalt verfertigt worden sind, und man sie bis zu einer ungeheuren Höhe steigen läßt *). Vermittelst dieser Drachen erhält man selbst bey heiterem Himmel ziemlich deutliche Zeichen von vorhandener Elektricität und es ist außer Zweifel, daß zu jeder Zeit in den obern Gegenden der Atmosphäre bey ruhigem und heiterem Himmel eine schwache Elektricität Statt finde, die in diesem Falle immer von derselben Art, immer positiv ist. Allein beobachtet diese schwache, bey heiterem Himmel vorhandene Elektricität bestimmte Perioden? und welches sind diese Perioden? äußert sie Einfluß auf andere Meteore? und auf welche Weise äußert sie diesen Einfluß auf diejenigen Lufterscheinungen, die stärker elektrisch sind, deren Elektricität sich lauter offenbart, und außerdem veränderlich, bald positiv, bald negativ ist, wie dies bey dicken Regenwolken, noch mehr bey Schneewolken und vorzüglich bey Gewitterwolken der Fall ist? Ist die bey heiterem Himmel vorhandene

**) Vgl. die Philosophical Transactions und Cavallo's angeführtes Werk.

Elektricität der erste Anfang, die Hauptursache jener Lufterscheinungen? trägt sie viel oder wenig dazu bey? Das haben wir alles noch zu erfahren. Mehrere Physiker haben es sich zum Geschäft gemacht, die Auflösung dieser Aufgaben zu suchen; sie haben manche Hypothesen darüber ausgedacht, aber was haben sie wirklich bewiesen? Man darf sich indessen Hoffnung machen, daß es uns endlich gelingen wird, von diesen Dingen mehr zu erfahren, und bessere Inductionen zu machen, wenn der Beobachtungen über die elektrische Meteorologie mehr werden, wenn sie das tägliche Geschäft nicht sowohl der kleinen Anzahl guter Beobachter, als auch jedes mittelmässigen Elektrikers werden. Und dies wird nun, wie ich zu glauben Ursache habe, jetzt der Fall seyn, wo wir ein so leichtes Mittel kennen, um die schwächste atmosphärische Elektricität zu jeder Zeit offenbar zu machen, ohne dabey der elektrischen Drachen zu bedürfen, deren Anwendung doch immer unbequem und oft unmöglich ist, — jetzt, wo wir bloß einen gewöhnlichen Leiter nöthig haben, der fest oder beweglich seyn kann, wie

man will, der nicht sehr hoch zu stehn braucht, und der wegen seiner außerordentlichen Simplicität nicht sehr kostbar seyn kann.

90. Dieses Mittel liefert uns erwähntermaassen (88) unser Apparat, der aus einer auf einer flachen Unterlage ruhenden Metallscheibe besteht. Diese Unterlage muß allerdings, wie unsere Versuche lehren, aus den besten ausgewählt seyn, wohin z. B. eine wohl überfirnißte und recht trockene Platte von Holz, oder, was noch besser ist, die Basis eines Elektrophors, deren Kuchen sehr dünn, und in einem völlig elektrisch - todten Zustande ist, gehört. Sobald der metallne, auf einer von diesen Unterlagen ruhende, Deckel nur den die atmosphärische Elektricität herab leitenden Drath berührt, entlockt er ihm eine ansehnliche Menge Elektricität, und thut dies auch alsdann, wenn der Drath für sich allein nicht das mindeste Zeichen von vorhandener Elektricität giebt, und nicht einmal den leichtesten Faden bewegt. Frägt man mich, wie dies zugeht, so antworte ich, daß der leitende Drath nicht ohne alle Elektricität ist, wie es wol scheint, (denn wäre er gar nicht elektrisirt,

so würde man unsern Condensator vergebens anwenden), sondern daß seine Elektricität nur zu schwach ist, um sich unsern Sinnen zu offenbaren; daß diese Elektricität, deren Spannung unmerklich gering ist, nach und nach in kleinen Quantitäten auf dem Wege der Mittheilung aus dem Leiter in den metallnen Deckel übergeht, welchem letzteren seine vortheilhafte Lage eine außerordentlich große Capacität verleiht (69 und folg.). Sobald man also den Deckel von der Unterlage abhebt, und ihn dadurch wieder auf seine natürliche geringe Capacität beschränkt, äußert sich die ihm mitgetheilte Elektricität durch eine desto größere Spannung, als seine jetzige Capacität in Vergleich mit seiner vorigen geringer ist. Man darf sich daher nicht verwundern, daß das von ihm berührte Elektrometer merklich steigt, und daß er zuweilen selbst einen kleinen Funken giebt.

91. Es ist indessen zu bemerken, daß man, wenn die atmosphärische Elektricität in einem einfachen Leiter völlig unbemerkbar ist, sich nicht damit begnügen muß, ihn nur einen Augenblick lang mit dem Deckel in Berührung

zu lassen. Man muß, wenn man von dem Deckel Nutzen ziehen will, beide Körper sich nach den Umständen sechs bis acht Minuten lang oder auch noch länger unter einander nahe berühren lassen, und dies deshalb (90), weil der Deckel nur allmählich die Menge von Elektricität in sich aufnimmt, die erfordert wird, um ihn bis zu einer Spannung zu erheben, die der Spannung des Leiters, dem sie von der ihn umgebenden Luft mitgetheilt wird, gleich sey; eine nicht ganz unbedeutende Menge, wenn seine Spannung gleich wegen der großen Capacität, die er in einer so günstigen Lage besitzt (69), äußerst schwach und unmerklich ist. Dafs die Unterlage, worauf der Deckel ruht, eine von den allerbesten seyn muß, brauche ich hier nicht zu bemerken. Wenn dies letztere nicht der Fall ist, so muß man den Deckel während des Versuchs erwärmen, damit er die ihm mitgetheilte Elektricität behält, da er sie sonst, so wie er sie aufnähme, wieder verlieren würde.

92. Wenn man auf die angegebene Weise verfährt, so ist kein Tag im Jahre, keine Stunde im Tage, wo man nicht vermittelt ei-

nes Leiters, der nur bis zu einer mäßigen Höhe geht, mehr oder weniger deutliche Zeichen von vorhandener atmosphärischer Elektricität erhalten könnte. Regen, Wind, Nebel, heiteres Wetter — alle diese Erscheinungen liefern so viel Elektricität, daß, wenn auch nicht unmittelbar der Leiter, doch der mit ihm in Verbindung stehende Condensator einen kleinen Funken, wo nicht noch auffallendere Zeichen von Elektricität, giebt. Was mich betrifft, so kann ich versichern, daß ich bey den vielen Versuchen, die ich seit mehrern Monaten anstellte, jedesmal ähnliche Zeichen von vorhandener Elektricität erhalten habe, obgleich der Leiter, dessen ich mich bediente, weder sehr hoch, noch in vorzüglich guter Ordnung ist, und obgleich er niemals von selbst ein Zeichen von Elektricität giebt, es sey denn, daß schwarze dicke Gewitterwolken über ihn wegziehen, oder daß plötzlich ein sehr starker Regen fällt; es giebt keine Stunde, sage ich, wo ich nicht, so oft ich meinen Apparat zu Hülfe nahm, sehr deutliche Zeichen von vorhandener Elektricität erhielt. Ich denke auch einen Versuch mit dem Regenelektrome-

ter zu machen, das Hr. Cavallo erfunden und beschrieben hat *), und ich bin gewiss, daß ich einen sehr leichten Faden sich bewegen sehen werde. Das Werkzeug, dessen sich der gedachte geschickte Physiker gewöhnlich bedient, um den Zustand der atmosphärischen Elektricität zu untersuchen, besteht aus einem langen Stück Rohr, an dessen oberem Ende sich ein kleines isolirtes Stück Kork befindet, und woran ferner zwey Fäden befestiget sind, an denen zwey Hollundermarkkugeln hängen **). Statt dieser Einrichtung denke ich das Rohr an seinem untern Ende zu isoliren, und von seinem obern Ende durch die ganze Länge desselben hindurch bis zu der isolirten Stelle einen recht dünnen eisernen Drath gehen zu lassen; und dieser Drath soll sich dann an der erwähnten Stelle nach aussen krümmen, um mit meinem, auf seiner Unterlage ruhenden, Deckel in Berührung zu kommen. Vermittelst einer so einfachen und tragbaren Vorrichtung hoffe ich selbst bey dem schönsten

*) a. a. O. B. r. S. 345.

**) Cavallo a. a. O.

Wetter Zeichen von Elektricität zu erhalten *), was Hr. Cavallo mit dem seinigen nur dann

*) Ich habe ein nach dieser Methode eingerichtetes Rohr neulich versucht und dabey mit Vergnügen gesehn, daß der Erfolg meiner Erwartung entsprach. Jedesmal, wenn ich das Rohr in einem obern Stockwerke meines Wohnhauses aus einem Fenster der freien Luft aussetzte, wobey ich es durch drey oder vier an eben so viel Nägel befestigte seidene Schnüre fest hielt, erhielt ich unzweideutige Zeichen von vorhandener Elektricität, wohlverstanden mit Hülfe meines Condensators, ohne welchen ich nie oder fast nie welche bekam. Ich darf hier nicht übergehen, daß sich unter den wenigen Tagen, wo ich die Elektricität der Atmosphäre mit Hülfe meines Apparats untersuchte, kein einziger befand, an dem ich ohne Erfolg experimentirt hätte. Hr. Canton und andere Physiker versichern, während der Erscheinung von Nordlichtern stärkere Zeichen von Elektricität, als wie gewöhnlich, erhalten zu haben. Andere Physiker zweifeln hingegen, ob diese Lufterscheinung auf die Elektricität der Atmosphäre Einfluß habe; einige, wie Hr. Cavallo und der berühmte Abbé ** läugnen es grade zu. Ich zweifelte selbst sehr stark daran, allein ich halte diese Sache jetzt für ausgemacht wahr, und ich

möglich machen kann, wenn der Himmel mit recht schwarzen Wolken bedeckt, oder die Luft durch einen dicken Nebel verdunkelt ist.

darf sagen, daß ich mich mit meinen eigenen Augen von der Wahrheit derselben überzeugt habe. Bey dem schönen Nordlicht, das sich in der Nacht vom 28 sten bis zum 29 sten July 1780 zeigte, erhielt man in dem Augenblick, wo das Meteor, sich allmählich über den Horizont erhebend, zwischen vier und fünf Uhr Morgens (nach italiänischer Zeitrechnung) in das Zenith trat, und nach allen Seiten ein röthliches Licht bey übrigens heiterm und windigem Himmel verbreitete, vermittelst meines Condensators von einem gewöhnlichen atmosphärischen Leiter mehrere schöne kleine, helle und knisternde Funken, statt daß der Leiter bey anderm heiterm Wetter zu jeder Stunde des Tages oder der Nacht, selbst mit Hülfe des Condensators keinen oder doch nur einen sehr kleinen Funken giebt, und die Elektricität die meiste Zeit über sich nur durch die geringe Bewegung eines sehr leichten Pendels äußert. Ich war es nicht, der in der von dem erwähnten schönen Nordlicht erhellten Nacht die erzählte Beobachtung machte, sondern einer meiner Freunde, der Domherr Gattoni, mit dem ich oft Versuche anstelle, und in dessen Wohnung sich

93. Ich schmeichle mir, daß Hr. Cavallo, so wie andere sich mit der Elektricität beschäftigende Physiker, und vorzüglich diejenigen, welche die Meteorologie besonders studiren, es mir Dank wissen werden, daß ich ihnen in meinem Condensator ein Werkzeug in die Hände gegeben habe, das die Versuche über die atmosphärische Elektricität, wenn diese so schwach ist, daß der einfache Leiter sie nicht anzeigt, außerordentlich erleichtert, und daß sie sich desselben bedienen werden, um die Untersuchungen über diesen so schönen und wichtigen Theil der Physik weiter zu verfolgen. Wer weiß, welche Entdeckungen uns in einem so fruchtbaren und bisher so wenig angebauten Felde erwarten, und was für Vortheile wir mit der Zeit davon ziehen, und wie groß diese Vortheile seyn werden? Wenn diese Schrift,

der erwähnte Leiter befindet. Da dieser Leiter indessen weder sehr hoch ist, noch eine vortheilhafte Stelle hat, so giebt er, ohne Hülfe des Condensators, nur selten Zeichen von Elektricität, es sey denn bey einem Gewitter oder bey einem außerordentlich starken Regen.

worin ich die von mir angestellten Versuche erzählt habe, nur so viel Gutes stiftet, daß sie mehrere Personen zu ähnlichen Untersuchungen veranlasset, so bin ich zufrieden und verlange weiter nichts; dann bin ich für alle meine Bemühungen belohnt.

94. Der glückliche Ausgang der Versuche, worin ich vermittelst meines Condensators die natürliche Elektricität der Atmosphäre untersuchte, brachte mich auf den Gedanken, ihn auch zur Untersuchung der absichtlich mit Dämpfen geschwängerten Luft zu gebrauchen. Zu diesem Behuf stellte ich einen großen isolirten Leiter in einem Zimmer auf, das ich mit einem dicken Dampfe angefüllt hatte, und worin eine gewisse Zeit lang die Elektrisirmaschine in Bewegung gesetzt worden war. Der von allen Seiten von elektrisirten Dämpfen umgebene Leiter gab mir einige Zeichen von Elektricität, aber keinen einzigen Funken. Ich setzte ihn daher mit dem Deckel, der sich auf seiner gewöhnlichen Unterlage befand, vermittelst eines eisernen Draths, der von jenem auf diesen herabhieng, in Verbindung, und als ich nun nach Verlauf von einigen

gen

gen Minuten die Berührung des Deckels mit dem Drathe aufhob, und den ersteren von der Unterlage weg in die Höhe hob, fand ich ihn so stark elektrisirt, daß er mir einen Funken von mäßiger Stärke gab. Der Versuch gelang mir mehreremal hinter einander, wenn ich den Deckel wieder auf die Unterlage, und mit dem Drathe in Berührung brachte, bis die Luft und die in dem Zimmer verbreiteten Dämpfe zuletzt alle ihre Elektricität gänzlich verloren hatten.

95. Ich denke noch den Versuch anzustellen, ob es mir nicht einmal gelingen sollte, von solchen Dämpfen, die gleichfalls absichtlich hervorgebracht worden, die aber natürlich elektrisirt sind, irgend ein Zeichen von Elektricität zu erhalten, wobey dieselben in verschiedenen Augenblicken untersucht werden können, entweder wenn sie sehr dick sind, und mit Schnelligkeit in die Höhe steigen, oder wenn sie dünner und deshalb unsichtbar werden, oder endlich wenn sie sich verdichten und wieder sichtbar werden. So kann ich auch die Körper selbst untersuchen, wovon die Dünste aufsteigen. Kurz, Verdichtung

und Verdünnung der Luft, die stürmischen Bewegungen derselben, künstlich hervorgebrachte Kälte und Wärme, und im Allgemeinen alles, was auf irgend eine Weise und im Kleinen die Veränderungen, die in der weiten Atmosphäre im Großen vorgehen, nachahmen kann; — das sind die Erscheinungen, die ich mit aller möglichen Sorgfalt untersuchen will, um mich zu überzeugen, ob die Elektrizität niemals dabey thätig ist. Ich weiß freilich, daß mehrere Physiker ähnliche Versuche angestellt haben, die aber fruchtlos waren. Ich habe selbst schon darüber experimentirt, aber ohne Erfolg. Indessen rührt dieser Mangel an Erfolg vielleicht nicht davon her, daß die Elektrizität an den vorerwähnten Erscheinungen gar keinen Antheil hat, sondern der Grund liegt wol darin, daß sie äußerst schwach und unmerklich ist. Wenn diese Vermuthung gegründet ist, so glaube ich des guten Erfolgs bey meinen Versuchen gewiß zu seyn, da ich keineswegs zweifle, daß mein Condensator nicht diesem Uebelstande abhelfen sollte.

96. Ich bin sogar so dreist, hier eine Bemerkung niederzuschreiben, worauf vielleicht

mehrere von denen, die ähnliche Versuche anstellten, nicht gefallen sind. Der Leiter, der, im Fall der Versuch gelingt, Zeichen von Elektricität geben soll, darf nicht ganz in die mit Dampf geschwängerte Luft, deren elektrischen Zustand man untersuchen will, eingetaucht seyn, indem diese Luft erhitzt, oder in Bewegung gesetzt oder auf eine andere Art durch die Mittel, die man zur Anschwängerung der Luft mit Dämpfen angewandt hat, verändert ist; sondern er muß weit aus diesem Lustraum herausgehen, und sich in einem andern, der ganz frey von Dämpfen ist, und eine völlig verschiedene Beschaffenheit und Temperatur hat, endigen. Hierzu wird ein Metalldrath erfordert, der lang genug, und so beschaffen ist, daß er zwey ungleich elektrisirte Theile der Atmosphäre unter einander in Verbindung setzen kann, damit die Kraft, die das Gleichgewicht darin wieder herzustellen strebt, die Elektricität von dem einen Ende des Metalldraths zu dem andern hinübertreibt, wo sie sich dann durch deutliche Zeichen offenbaren kann. Dies ist jedem klar, der nur eine Idee von der Wirkung der elek-

trischen Atmosphären hat, und die Versuche, die mit den Leitern, womit man die atmosphärische Elektricität herabzuleiten pflegt, vorzüglich aber diejenigen, die mit den elektrischen Drachen angestellt worden sind, liefern einen Beweis dafür; denn, wenn die Leiter und die Drachen nicht sehr hoch gehen, so brauchen sie nur einen sehr langen Weg durch die Luft zu machen, um recht deutliche Zeichen von vorhandener Elektricität zu geben. Da nun die Länge des leitenden Draths so wichtig ist, dieser letztere möge nun senkrecht in die Höhe gehen oder in einer gegen den Horizont schrägen Richtung fortlaufen, so frage ich, ob sich deshalb nicht vernünftigerweise vermuthen läßt, daß es, wenigstens beinahe, das nemliche ist, wenn man den Drath wagrecht ausspannt, falls seine beiden Enden in zwey Lufträumen liegen, die von ganz verschiedener Beschaffenheit sind und die eine ganz verschiedene Temperatur haben?

97. Doch ich will jetzt eine Aussicht nicht weiter verfolgen, die mich zu sehr von dem Gegenstande entfernt, den ich in dieser Schrift abhandeln wollte; ich will der Versuche nicht

erwähnen, deren Erfolg noch ungewiss ist, und mich dagegen noch einen Augenblick mit einigen andern beschäftigen, die keinem Zweifel unterworfen sind, die man durch eine gültige Induction aus den vorhergehenden herleiten kann, deren Richtigkeit anderswo durch That- sachen bestätigt worden ist, und die uns dazu dienen werden, die übrigen zu Anfang dieser Abhandlung aufgestellten Aufgaben aufzulösen. Da eine Metallscheibe (unser Deckel) von sei- ner Lage auf einem Halbleiter so großen Vor- theil zieht, daß seine dadurch beträchtlich gröfser gewordene Capacität (69 und folg.) ihn in den Stand setzt, eine ziemlich grofse Menge Elektricität aufzunehmen, durch welches Mit- tel man sie ihm auch mittheilen möge, wobey man nun eine ganz schlechte Elektrisirmaschine (75), eine sehr schwach geladene Flasche (74), einen ganz unwirksam scheinenden atmosphä- rischen Leiter (88 ff.), und selbst die mit Däm- pfen geschwängerte elektrisirte Luft eines Zim- mers (94) gebrauchen kann, so sollte man wol auf die Vermuthung kommen, daß man die Elektricität auch dadurch leicht in dem Deckel anhäufen könnte, daß man sie durch Reiben

darin erregte. Dafs dies gehen würde, habe ich denen vorausgesagt, die mich sowohl bey diesen Versuchen, als wie bey meinen andern unterstützten *), und der Erfolg rechtfertigte meine Prophezeiung vollkommen. Wenn der metallne Deckel völlig isolirt ist, und man ihn dann mit einem Stücke Pelzwerk oder Sammet reibt, so wird er immer ein wenig elektrisirt, allein gewöhnlich so wenig, dafs man kaum einen sehr schwachen Funken daraus locken kann; ruht derselbe Deckel aber auf einer Unterlage von schönem Marmor oder wohl überfirnistem Holze, auf gutem Wachstuch, auf einer dünnen Lage von Harz, und reibt man ihn jetzt, wie vorher, mit einem Stücke Sammet oder Pelzwerk, so giebt er, wenn man ihn aufhebt, einen weit stärkern Funken. Statt ihn zu reiben, schlage ich ihn lieber mehreremal und heftig mit einem Streifen Sammet, Pelzwerk, neuen Flanell oder einem ähnlichen Zeuge, der an das eine Ende eines zweiten

*) Es waren zwey auf der Universität zu Padua studirende junge Männer: der Abbé Carnovali aus Cremona, und der Abbé Majori aus Borgo-

längern Streifens von starkem Leder angenähert ist. Ist der Deckel nicht sehr groß, so reichen zwanzig bis dreißig Schläge hin, um ihn zuweilen in dem Grade zu elektrisiren, daß er, wenn man ihn aufhebt, von selbst nach allen Seiten hin elektrische Strahlenbüschel ausströmt.

98. Noch mehr; um in dem Deckel einige Elektrizität zu erregen, ist es sogar nicht einmal nöthig, daß man ihn mit einem Zeuge reibt oder schlägt, das aus Haaren oder aus Seide, als aus solchen Materialien besteht, die allgemein zu den elektrischen Körpern gerechnet werden, obschon sie, wenn sie nur ein wenig feucht sind, sehr schlechte elektrische Körper abgeben; wenn man den auf seiner Unterlage ruhenden Deckel mit demselben Streifen Leder, mit einem Stück Zeuge, und am besten mit einem Stück Filz (vorausgesetzt, daß diese Körper nicht sehr trocken sind, und man sie also für wirkliche, obgleich unvollkommene Leiter halten muß) schlägt, so wird er stark genug elektrisirt, um einen mäßigen Funken geben zu können, da man ihn durch dasselbe Mittel hingegen, wenn er vollkommen isolirt

wäre, nicht so stark würde elektrisiren können, daß er einen leichten Faden anzuziehen im Stande wäre. Mehrere Male, wenn ich den Deckel mit der bloßen Hand rieb oder schlug, ist es mir gelungen, ihn so stark zu elektrisiren, daß er ein empfindliches Elektrometer in Bewegung setzte, woraus, wie ich im Vorbeigehen bemerke, erhellt, daß unsere Haut kein vollkommener Leiter, aber wol ein schwacher Nichtleiter, und in einem gewissen Grade ein elektrischer Körper ist. Vielleicht kann man durch ein ähnliches Mittel darthun, daß es bis auf die Metalle keinen Körper giebt, der nicht ein klein wenig elektrisch wäre; und dies wird der Fall seyn, wenn es uns gelingt, einige Zeichen von vorhandener Elektricität von unserm metallnen Deckel zu erhalten, nachdem man ihn zuvor mit einem andern Metall geschlagen hat. Diese Entdeckung darf uns nicht auffallen, nachdem ich gezeigt habe, daß selbst die Metalle dem Austritt der Elektricität einigen Widerstand entgegensetzen, und sie merklich in ihren Strömungen aufhalten (28. 29 und folg.).

99. Da wir nun gesehn haben, daß man den auf der halbleitenden Unterlage liegenden Deckel dadurch elektrisirt, daß man ihn mit der bloßen Hand schlägt, so wird man nicht weiter erstaunen, wenn dasselbe, und selbst noch etwas mehr, erfolgt, wenn man an die Hand, womit man den Deckel schlägt, einen Handschuh von Leder, Seide oder Pelzwerk anzieht; welches eines der leichtesten und bequemsten Mittel ist, um einen so schönen Versuch anzustellen. Aber das einfachste Mittel, dessen ich mich oft bediene, besteht darin, daß ich den Deckel mit meinem Hute, einem Kleidungsstücke, das man doch immer bey sich hat, peitsche. Durch Anwendung dieses Mittels erhalte ich, wann ich will, einen Funken, der stärker ist, als ich ihn zum Abfeuern meiner Pistole, zum Anzünden meiner Brennluftlampe gebrauche; ja oft giebt mir der Deckel einen Funken von einer Schlagweite von einem guten Zoll.

100. Bisher habe ich vorausgesetzt, daß die erwähnten Versuche mit einem metallnen Deckel angestellt würden, den man mit seiner Fläche auf solche Leiter legt, die entweder

sehr unvollkommen oder mit einer recht dünnen isolirenden Lage überzogen sind. Jetzt bleibt uns noch zu untersuchen übrig, was dann erfolgt, wenn man statt jenes Deckels einen andern gebraucht, der nur ein schlechter Leiter, oder der ein halber Nichtleiter ist. Ich behaupte nun, daß wenn man einen Deckel von der letzteren Art anwendet, die beschriebenen Wirkungen Statt finden, und dieselben Erscheinungen sich zeigen werden, der Deckel mag nun auf eben so unvollkommenen Leitern, als er selbst ist, oder auf vollkommenen Leitern, wie auf Metallen liegen; denn zuletzt hängt doch alles von dem geringen Widerstande ab, der dem Uebergange der Elektricität aus einer Oberfläche in eine andere die erstere berührende, aus der Oberfläche des elektrisirten Deckels in die Oberfläche der nicht elektrisirten Unterlage, entgegengesetzt wird; ein Widerstand, der sich diesem Uebergange entgegengesetzt, ohne jedoch die Wirkung der elektrischen Atmosphäre zu verhindern, vermöge welcher die im Innern der nicht elektrisirten Unterlage enthaltene Elektricität in Thätigkeit gesetzt wird (70); ein Widerstand, der

zwar gering, aber doch für die, vermöge jener Berührung in demjenigen von beiden Körpern, den man vorher wirklich elektrisirt hat, übrig gebliebene, sehr schwache Spannung unüberwindlich ist. Nun ist leicht einzusehen, daß der Widerstand, daß der in den Strömungen der Elektricität verursachte Aufhalt ebenfalls dieselben bleiben werden, welcher von den beiden sich unter einander berührenden Körpern auch der unvollkommene Leiter sey, sey es nun der Deckel, der auf der Unterlage ruhet, oder die Unterlage, worauf der Deckel ruhet; denn sind sie es beide, so ist es in Ansehung der erwarteten Wirkungen wieder derselbe Fall. Eben so wenig bewirkt es einen Unterschied, wenn eine von beiden Flächen, oder beide zusammen mit einer dünnen nichtleitenden Schichte überzogen sind. Ganz anders verhält sich aber die Sache, wenn diese nichtleitende Schichte sehr dick ist, da die angezeigte Wirkung der elektrischen Atmosphäre durch dieses Dazwischenkommen eines Nichtleiters völlig vernichtet, oder wenigstens in Verhältniß, als dieser letztere dick ist, vermindert wird.

101. Wir müssen daher den Schluss ziehen, daß man alle die im Verlauf dieser Abhandlung beschriebenen Versuche mit einem gleichen Erfolge anstellen kann, wenn man beim Gebrauch unseres gewöhnlichen Apparats die Ordnung, worin er bisher angewendet worden ist, umkehrt. Die Versuche werden hierdurch noch weit leichter und bequemer. Nicht überall und nicht immer findet man da, wo man sich grade aufhält, eine mit den erforderlichen Eigenschaften versehene Marmortafel, oder eine Tafel von so trockenem Holze, als man es braucht, eine wohl überfirnißte Unterlage. Auch ein gutes Stück Wachstuch, ein Stück Zeug aus Seide oder Haaren hat man nicht immer zur Hand; und sehr oft sind Zeit und Ort Schuld, daß diese Stoffe feucht sind und man sie daher nicht gebrauchen kann. In einem solchen Falle kann man sich unsers gewöhnlichen metallnen Deckels nicht bedienen. Man verschaffe sich daher anstatt dieses Deckels ein viereckiges Stück Marmor, das von guten Eigenschaften, gut geschnitten, polirt, und sehr sorgfältig vor Feuchtigkeit bewahrt worden ist, und das auf seiner untern, zur

Berührung bestimmten Fläche keine weitere Bedeckung hat (jedoch wenn diese Fläche überfirnist ist, so gelingt der Versuch weit besser, man braucht die Marmorplatte fast nie zu erwärmen, und nicht so sorgfältig vor Feuchtigkeit zu bewahren), und das übrigens mit einem Metallblatt bekleidet ist. Aus dieser metallenen Oberfläche erhält man den Funken leichter, da er sonst gar nicht zum Vorschein kommen, oder doch nur schwach seyn würde. Kann man sich keinen Marmor verschaffen, so verfertige man sich eine Platte von Holz, die auf eine ähnliche Art auf der obern Fläche mit einem Zinnblättchen oder mit Silberblättchen überzogen und auf der untern überfirnist ist, oder einen Ueberzug von Siegellack hat, oder mit einem seidnen Zeuge überzogen ist, das man doppelt oder dreifach über einander legen kann, wenn es einfach zu dünn ist. Diese Platte von Marmor oder Holz kann man auf irgend eine Unterlage, selbst auf eine metallene, auf einen ebenen oder unebenen Tisch, auf einen Stuhl, auf ein Buch, sogar auf den Boden des Zimmers legen. Wenn man sie nur so darauf legt, daß sie genau anschliesset, so

gelingen die Versuche auf diese Weise eben so gut und nicht schlechter und nicht besser, als wie auf die andere Art. Indessen wird man hier die Bemerkung machen, daß die elektrisirte Platte, wenn man ihre halbleitende Oberfläche die leitende Unterlage nur in wenigen Punkten berühren läßt, in kurzer Zeit alle oder fast alle ihre Elektricität verliert; daß sie hingegen aber, wenn man sie mit ihrer Fläche so darauf legt, daß sie genau an dieselbe anschließt, die Elektricität sehr lange Zeit hindurch hartnäckig zurückhält, und selbst noch einen guten Theil davon zurückhält, nachdem sie einigemal mit dem Finger oder einem andern ähnlichen Körper berührt worden ist, und obgleich diese Berührungen bis zu einem gewissen Punkte fortgesetzt und wiederholt worden sind. Elektrisirt man sie zu der Zeit, wenn sie auf der Unterlage liegt, vermittelt einer schlechten Maschine, oder vermittelt einer Flasche, die so schwach geladen ist, daß sie kaum einen leichten Faden anzieht, so wird sie so viel Elektricität aufnehmen, daß sie, wenn sie von der Unterlage weg in die Höhe gehoben worden ist, einen

lebhaften Funken zu geben vermag. Man bemerkt endlich, so oft man sie auf die angegebene Weise durch Schlagen elektrisirt (97 und folg.), um wie weit vortheilhafter es ist, daß die Platte in dem Augenblick, wo man sie elektrisirt, auf der Unterlage liegt, als wenn sie in der Luft isolirt wäre. Ist nun die Wirkung nicht dieselbe, ganz genau dieselbe, wenn man statt des metallnen Deckels die oben mit Silberblättchen überzogene und unten überfirnisste Platte von Holz anwendet, und werden die Versuche dadurch nicht weit bequemer in der Ausführung, da es einem nun frey steht, die Platte ohne Unterschied auf jede beliebige Platte zu legen? In der That, was brauchen wir weiter zu den Versuchen, wo man die elektrische Pistole abfeuert, und die Brennluftlampe anzündet, und zu vielen andern, wozu nur ein einziger Funke nöthig ist? Bloß eine kleine Flasche, die man in die Tasche stecken kann, auf die Art, wie Hrn. Cavallo's seine (welche Flasche ich vermöge meines Condensators weit länger als Cavallo und Ingenhousz gebrauchen kann), und die vorher erwähnte Platte von Holz oder Marmor;

denn ein vollkommener oder unvollkommener Leiter zur Unterlage findet sich überall. Das ist mein ganzer Apparat, der den einfachsten Elektrophor noch an Einfachheit übertrifft. Noch mehr; ich kann auch die kleine Flasche entbehren, und mich einzig auf die Platte beschränken, da diese letztere mir, wenn sie auf irgend einer beliebigen Unterlage liegt, und nachdem ich sie eine halbe Minute lang mit meinem Hute geschlagen habe, sobald ich sie aufhebe, einen mäßig starken und zuweilen sogar einen sehr starken Funken giebt (98. 99.).

102. Indem ich diese Abhandlung schliesse, glaube ich noch einmal erwähnen zu müssen, daß die mit Siegellack überzogene oder mit einem andern wirklichen Nichtleiter bekleidete Platte allerdings die beste unter allen ist, wenn man den Sinnen eine Elektricität darstellen will, die ohne diesen Apparat unmerkbar oder doch sehr schwach seyn würde, namentlich wenn man die Elektricität der Atmosphäre bey heiterm Himmel untersuchen will *); daß aber, sobald die Elektricität nur

so

*) Das Micro-elektroskop, dessen ich mich jetzt am häufigsten bediene.

so stark ist, daß sie einige kleine Funken giebt, leicht die dem Elektrophor eigenthümlichen Wirkungen entstehen, was bey so feinen Versuchen, die zu bisher unbekannten Resultaten leiten sollen, Veranlassung zu Verwirrungen und Zweifeln geben kann. So oft man also, um deutliche Zeichen von vorhandener atmosphärischer Elektricität zu erhalten, seine Zu-

häufigsten bediene, besteht aus einer viereckigen Marmorplatte und einer Zinnplatte, die ganz genau auf einander passen, und vollkommen an einander anschließen. Da ich keinen recht guten Marmor fand, so habe ich ihn, damit ich ihn nicht zu trocknen oder am Feuer oder an der Sonne zu erwärmen brauche, mit einem Ueberzuge von gutem Kopalfirniss versehen lassen, wozu sich vielleicht Gummilack noch besser schicken würde. Ich habe dem Marmor den Vorzug vor dem Holze gegeben, weil sich dieses nicht so gut bearbeiten läßt und weil es sich leicht wirft. Den besten und bequemsten Condensator würde man, dünkt mich, erhalten, wenn man sich zwey dünne Metallplatten verfertigen liesse, die ganz genau auf einander paßten, und die Oberfläche von der einen oder auch von beiden mit einem dauerhaften Firniss überzüge. V.

flucht zu dem Condensator zu nehmen genöthigt ist, muß man vorher wohl überzeugt seyn, daß die überfirnißte oder mit Harz überzogene Fläche frey von aller Elektricität ist, und sollte dies letztere nicht der Fall seyn, so muß man sie völlig darauf zu vernichten suchen. Das Micro-elektroskop darf man mit dem leitenden Drath nicht in Berührung bringen, wenn dieser letztere von selbst Zeichen von einer mächtig starken Elektricität giebt, aus denen man nicht bloß die Gegenwart, sondern auch die Art der Elektricität, die der Drath besitzt, erkennen kann, oder wenn er einen kleinen Funken giebt. Warum wollte man auch dazu dem Condensator seine Zuflucht nehmen, wo ein gewöhnliches Elektrometer hinreicht? Unser Apparat ist für die Fälle bestimmt, wo die Elektricität für die Werkzeuge, die man gewöhnlich anwendet, unbemerkt bleiben würde, und wo man nicht zu unterscheiden im Stande ist, ob sie positiv oder negativ sey.

103. Durch hinreichende Beweise und eine ziemlich große Menge von Versuchen glaube ich nun bis zur Evidenz gezeigt zu haben, welche Vortheile ein Leiter alsdann be-

sitzt, wenn er vermittelt seiner flachen Seite mit einem andern Leiter in genauer Berührung steht, vorausgesetzt, daß einer von beiden oder auch beide zusammen so beschaffen sind, daß sie der durch sie hindurchströmenden Elektricität einen gewissen Widerstand entgegensetzen; dieser Widerstand mag nun von ihrer eigenthümlichen Natur und Beschaffenheit herrühren, wie es bey jedem unvollkommenen Leiter, dem Marmor, dem trockenen Holze u. s. w. der Fall ist, oder er mag in einer dünnen nichtleitenden, den Leiter bedeckenden, Schichte seinen Grund haben. Ich habe in dem Vorhergehenden nicht sowohl vollständig aus einander gesetzt (dies sage ich nicht, da ich das an einem andern Orte thun werde), als nur bloß angezeigt, wie die Capacität des elektrisirten Leiters vermöge einer gewissen Lage sich im Verhältniß als die Spannung seiner Elektricität abnimmt, außerordentlich vergrößert; eine Wirkung, die man einer gewissen alsdann vorgehenden Compensation zuschreiben muß, indem die Elektricität in dem Innern des zur Unterlage dienenden Leiters, je nachdem der Fall verschieden ist, nach einer verschiedenen

Richtung fortgetrieben wird, d. h. von dem elektrisirten Leiter weg, wenn er positiv, nach ihm hin, wenn er negativ elektrisirt ist, ohne jedoch wirklich zu ihm überzugehen, oder sich unter beiden Körpern zu vertheilen, da ihre Strömungen durch die Trägheit des unvollkommenen Leiters *), durch den geringen Wi-

*) Das Gesagte wird durch folgenden Versuch, dessen ich schon mehreremal erwähnt habe, den ich aber jetzt in ein vortheilhafteres Licht stellen kann, vortrefflich erläutert. Man lege die gehörig zubereitete Marmor- oder Holzplatte auf einen völlig isolirenden Fuß, und auf diese Platte den metallnen Deckel; während man nun den letztern in dieser Lage elektrisirt, berühre man mit dem Finger oder einem andern beliebigen Leiter den Rand oder die untere Fläche der Platte, so daß sie nicht mehr isolirt bleibt; nachdem man hierauf mit dem Elektrisiren aufgehört hat, ziehe man erst den Finger von der Platte weg, und hebe alsdann, wie gewöhnlich, den Deckel in die Höhe, wo dieser letztere dann, wie auch sonst, Zeichen von starker Elektricität geben wird, obgleich man, um ihn zu elektrisiren, nur eine sehr schlecht geladene Flasche oder ein anderes schwaches Mittel angewandt hat. Nach meiner Meinung

derstand, den sie auf seiner Oberfläche antrifft, aufgehalten, wo nicht gar völlig gehemmt wer-

liegt der Grund, weshalb der auf der Platte ruhende Deckel eine so starke elektrische Ladung aufnehmen konnte (ich bleibe hier bey einem Fall stehen, und nehme an, die Elektricität des Deckels sey positiv, da die Anwendung auf den Fall, wo sie negativ ist, sehr leicht seyn wird), darin, daß man Veranlassung zur Entstehung einer gewissen elektrischen Compensation gegeben hat, vermöge welcher die Elektricität in der Platte sich dadurch vermindert, daß eine ziemlich große Quantität durch den Finger und durch den Körper der nicht isolirten Person, welche die Platte berührt, aus derselben ausströmt. Daß sich dieses also verhält, davon giebt die Platte einen ganz offenbaren Beweis; denn wenn man sie untersucht, so findet man, daß sie negativ elektrisirt ist, und dies beinahe in demselben Grade, als der obere Deckel positiv elektrisirt ist. Allein einen vollständigen Beweis erhält man, wenn man den Versuch wiederholt, ohne die Platte auf irgend eine Art zu berühren, so daß sie völlig isolirt bleibt. Da in diesem Falle die in der Platte enthaltene Elektricität nirgends einen Ausweg findet, so kann für die positive Elektricität des auf der Platte liegenden Deckels

den. Da die Spannung, die der Leiter erhält, wenn er in dieser Lage selbst ziemlich stark elek-

auf keine Weise eine Compensation Statt finden; die elektrische Spannung kann folglich keineswegs in dem Deckel abnehmen, und dieser letztere keine grössere Capacität erlangen. Einen direkteren Versuch kann man gewiß nicht fordern, um jedermann von der Wahrheit der so sehr paradoxen Behauptung, die ich zu beweisen unternommen habe, zu überzeugen, der Behauptung nemlich, daß eine gewisse Art unvollkommener, selbst sehr unvollkommener Isolirung die Anhäufung und Erhaltung der Elektricität in einem Leiter weit mehr befördert, als die vollkommenste Isolirung. In der That, wenn unser metallner Deckel in dem letztern Falle sehr unvollkommen isolirt ist, wenn er auf einer Platte von Marmor oder Holz liegt, die mit der Erde in Verbindung steht, so thut er Wunder; mit dem Finger, mit einem Schlüssel oder einem andern Leiter berührt, behält er noch eine ziemlich starke Elektricität; eine sehr schlecht geladene Flasche, eine sehr kraftlose Maschine theilt ihm eine sehr starke Elektricität mit. Wenn man ihn mit einem Stück seidnen Zeuge oder Filz peitscht, so wird er stark elektrisirt. Legt man ihn hingegen auf dieselbe, jetzt aber vollkommen iso-

trisiert wird, äußerst gering und fast unmerklich ist, so kann man ihm eine große Menge Elektricität mittheilen und in seinem Innern

irte Platte, so gelingen alle jene Versuche nicht mehr. Man wende nicht ein, daß die Marmorplatte von Natur ein Nichtleiter sey. Ich habe hierauf schon zur Gnüge geantwortet (16. 33.), und der eben erzählte Versuch überzeugt uns vollends, daß sie bey weitem kein vollkommener Nichtleiter ist. Wie könnte die Elektricität sonst aus der Platte austreten, und sich darin, nicht bloß in den von dem Finger berührten Punkten, sondern in ihrer ganzen Substanz gleichmäfsig vermindern, indem sie überall, oben und unten, inwendig und auswendig, negativ elektrisiert ist. Ich sage, daß unsere Marmor- oder Holzplatte bey weitem kein wirklicher und vollkommener Nichtleiter ist, da ein gewisser Grad von nichtleitender Eigenschaft, vorzüglich wenn ihn die Oberfläche der Platte besitzt, grade das ist, was erfordert wird, wenn die Versuche gelingen sollen, wobey aber die Strömungen der Elektricität im Innern der Platte nicht gehindert werden dürfen, wie dies aus den an verschiedenen Stellen und selbst im ganzen Verlauf dieser langen Abhandlung gegebenen Erklärungen erhellt.

anhäufen. So lange er auf der Unterlage ruhet, scheint die Elektricität in ihm ganz unthätig, gleichsam todt zu seyn. Aber sie erhebt sich zu einer viel größern Spannung, sobald die erwähnte Compensation im Verhältniß, als man die Berührung des Leiters mit der Unterlage aufhebt, gehindert, und eben dadurch die Capacität des Leiters eingeschränkt wird. Sie erhebt sich, sage ich, zuweilen zu einer so starken Spannung, daß der Leiter, der eine solche große Menge Elektricität nicht zu fassen im Stande ist, in diesem Zustande der Ueberladung Funken und Feuerbüschel in die Luft ausströmt. Ein mit ihm in Verbindung gesetztes Elektrometer liefert den augenscheinlichsten Beweis für das eben Gesagte; so lange der elektrisirte Leiter auf seiner Unterlage liegen bleibt, zeigt es einen sehr niedrigen Grad, und bewegt sich kaum; sobald man ihn aber davon trennt, und im Verhältniß, als man ihn weiter davon entfernt, steigt es immer höher, fällt hingegen wieder, wenn man den Leiter von neuem auf seine Unterlage legt. Weit weniger wird das Elektrometer verändert, wenn man denselben leitenden Körper oder metallnen

Deckel derselben Unterlage unter einem Winkel nähert, oder beide sich einander auf irgend eine Weise, aber nur in wenigen Punkten berühren läßt. In diesem Falle wird die durch das Elektrometer angezeigte Spannung nicht sehr vermindert, und die Elektrizität des Leiters dringt deshalb in den unvollkommen leitenden, zur Unterlage dienenden, Körper trotz seines unvollkommenen Leitungsvermögens, und bahnt sich, indem sie den ihr entgegengesetzten Widerstand überwindet, einen Weg durch denselben. Geht nun die Elektrizität, schon ehe der Leiter und die Unterlage sich auf die erwähnte Weise in wenigen Punkten wirklich berühren, anhaltend aus jenem in diesen in kleinen knisternden Funken über, so zerstreut sie sich vollends bey der wirklichen Berührung, sollte diese auch nur einige Augenblicke währen. Nähert man beide Körper hingegen einander mit ihrer ganzen Oberfläche, und läßt man sie sich unter einander mit derselben berühren, so verschafft die beträchtliche Tensionsverminderung, wovon das Fallen des Elektrometers den besten Beweis giebt, unserm Deckel den Vortheil, daß mehrere Minuten

und zuweilen mehrere Stunden vergehen können, bis daß seine Elektricität zu der Unterlage, worauf er ruhet, übergehet, falls die Oberfläche dieser letzteren ihr nur einen geringen Widerstand entgegensetzt.

104. Das in dieser Abhandlung Gesagte und die an mehrern Stellen derselben gegebenen Erklärungen (man sehe besonders 69 und folg. bis 74.), wovon die vorhergehende N. 103. bloß eine kurze Wiederholung ist, enthält nun die Auflösung aller der zu Anfang dieser Schrift aufgestellten Aufgaben, und die Auseinandersetzung der Gründe, weshalb alle diese so unendlich verschiedenen Wirkungen erfolgen mußten. Schriebe ich nur für wenige geschickte Elektriker, und etwa auch für diejenigen, welche die Lehre von den elektrischen Wirkungskreisen gründlich verstehen, deren es nicht sehr viele giebt, so könnte ich das Vorhaben, das ich noch auszuführen willens bin, aufgeben, das Vorhaben nemlich, von allen hier erzählten und noch vielen anderen ähnlichen Erscheinungen in einer zweiten Abhandlung eine Erklärung zu liefern, und dabey bis zu den Grundgesetzen der Elektricität, bis

zu der einzigen und einfachen Wirkung der elektrischen Atmosphären zurückzugehen, wö nemlich die Elektricität, die einmal in irgend einem Körper ihr Gleichgewicht verlohren hat, selbst in der Entfernung die in einem andern Körper, der in ihren Wirkungskreis tritt, enthaltene Elektricität in Bewegung setzt, so daß zum Behuf des erwähnten Verlusts eine gewisse Compensation entsteht. Ich könnte, sage ich, das Vorhaben, diese Materie in einer zweiten Schrift abzuhandeln, aufgeben, so wie ich mich auch hätte damit begnügen können, in der gegenwärtigen bloß die vornehmsten That sachen, und zwar mit mehr Ordnung und Prae cision, und mit Vermeidung der Wiederholun gen zu erzählen. Indefs wer einmal als Schrift steller auftritt, übernimmt zugleich die Ver bindlichkeit, verschiedenartige Leser nach sei nen besten Kräften zu befriedigen; unter allen denen, die die abgehandelte Materie nur ober flächlich kennen, ist kein einziger, der nicht das Recht zu haben glaubt, von dem Verfasser zu fordern, daß für ihn alles deutlich und ver ständlich sey; im entgegengesetzten Falle nennt man die Schrift dunkel, und schreibt dem Ver-

fasser Mangel an Ordnung in seinen Ideen zu; vorzüglich wenn der letztere neue oder nicht gemeine Versuche vorausschickt, so darf er, bey Strafe, von den meisten Lesern nicht verstanden und des Vergnügens beraubt zu werden, daß viele Physiker seine Versuche mit Erfolg wiederholen, und alle sie mit Beifall aufnehmen, weder mit Wiederholungen, noch mit weitläufigen Beschreibungen, die zwar für wenige gründliche Kenner überflüssig und widrig, aber für weniger geschickte und weniger erfahrene Leser nothwendig sind, nicht sparsam seyn; da die letzteren, welche die Versuche doch auch eben so gut als die andern wiederholen wollen, von dem schlechten Erfolge, womit sie unter ihren Händen begleitet sind, leicht Veranlassung nehmen, sie herabzusetzen, und bey andern zu verschreien. Was ich hier sage, ist nur zu sehr bey meinem Elektrophor, bey meiner Schrift über die Sumpfluft, bey meiner elektrischen Pistole u. s. w. bestätigt worden. Weil ich mich bey den, mit diesen Instrumenten anzustellenden Versuchen nicht ins kleinste Detail einliefs, da ich sie an einem andern Orte zur Gnüge be-

schrieben zu haben glaubte, hatte ich die Unannehmlichkeit zu sehen, daß sie unter den Händen so vieler Personen, denen es an Uebung im Experimentiren fehlte, sehr schlecht gelangen, oder auch, daß man die schönsten, die auffallendsten und zugleich die am meisten unterrichtenden nicht anstellte, und sich einzig mit den minder und bloß scheinbar wichtigen beschäftigte. Man wird es mir daher verzeihen, daß ich die in der gegenwärtigen Schrift erwähnten, um ihnen ein besseres Schicksal zu bereiten, und um dem Mißverstehen und der schlechten Ausführung derselben zuvorzukommen, im Einzelnen so weitläufig beschrieben, und bey gewissen besonderen Umständen so lange verweilt habe. Es möge mir erlaubt seyn, in einer oder mehreren, auf die gegenwärtige folgenden Abhandlungen den Versuch zu machen, ob es mir nicht gelingen sollte, den Schleier zu zerreißen, der den weniger scharfsinnigen Elektrikern die deutliche Einsicht in die Gesetze der elektrischen Wirkungskreise raubt, und daß ich mir daselbst ein besonderes Geschäft daraus mache, diejenigen zu überzeugen, die

wider eine Wirkung in die Ferne streiten, die doch der Elektricität eigenthümlich ist, da sie von dem elektrisirten Körper aus ihren Einfluß auf jeden andern Körper, der sich bloß in der Nähe jenes ersteren befindet, dadurch äußert, daß sie seine natürliche Elektricität in Bewegung setzt, und das Gleichgewicht derselben stört. Diese letzteren, sage ich, will ich davon zu überzeugen suchen, daß die Elektricität von dem elektrisirten Körper aus auf einen andern nichtelektrisirten auf eine nicht zweideutige Weise und in einer ziemlich großen Entfernung wirkt, ohne daß jedoch von einem zum andern wirklich etwas Materielles übergeht, da die Elektricität in dem ersten Körper in unverminderter Quantität zurückbleibt, obgleich ihre Spannung sich darin nachher merklich ändert, je mehr und mit je größerer Oberfläche der andere Körper sich dem ersteren nähert, bis endlich der elektrische Funke, wenn beide Körper einander sehr nahe sind, den Widerstand des zwischen beiden befindlichen Mittels überwindet und wirklich von einem zum andern übergeht. Dieser übergehende Funke, dieser Uebergang

der Elektricität ist es nun, der, wie wir gesehen haben, selbst bey der gegenseitigen Berührung zweier Oberflächen verhindert, wenigstens beträchtlich verzögert werden kann, falls beide Flächen nur eben und ausgedehnt sind, und beide, oder auch nur eine von beiden zu den Nichtleitern oder den sehr unvollkommenen Leitern gehören. Bewundernswürdige Kraft der elektrischen Wirkungskreise! größtes und fruchtbarstes Princip in der ganzen Theorie der elektrischen Erscheinungen!

Z u s a t z.

Den größten Theil der vorstehenden Abhandlung hatte ich wenigstens schon vor zwey Jahren niedergeschrieben, als ich ihn kurze Zeit darauf dem Mylord Prince de Cowper mittheilte, der ihn alsdann an die königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu London sandte, wo er vor Ostern 1782 vorgelesen wurde *). Erst seit dieser Zeit fand ich Gele-

*) Man sehe: Philosophical Transactions, Vol. 72. Part. 1.

genheit, einige von den Versuchen wirklich anzustellen, deren in N. 95. erwähnt worden ist, die ich nicht einen Augenblick lang aus den Augen verlohren hatte, und deren Gegenstand die Untersuchung ist, ob die Verdampfung, die Dünste u. s. w. nicht einige Elektricität erzeugen, und wenn sie welche erzeugen, von welcher Art diese Elektricität ist. Mancherley Beschäftigungen, eine lange Reise sind an diesem Verzuge Schuld, der noch länger gewährt haben würde, wäre ich nicht so glücklich gewesen, zwey Physiker von ausgezeichnetem Verdienste anzutreffen, die, nachdem ich ihnen verschiedenes von meinen Untersuchungen gesagt hatte, mich ihrerseits von neuem anspornten, und mir den Vorschlag thaten, in Verbindung mit ihnen die jetzt zu erzählenden Versuche anzustellen.

Hr. Lavoisier und Hr. de la Place sind die beiden Gelehrten, von welchen ich hier rede. Sobald ich ihnen die Wirkungen meines Condensators gezeigt, und die Erscheinungen desselben erklärt hatte, hofften sie mit mir auf einen glücklichen Erfolg der anzustellenden Versuche. Hr. Lavoisier verfertigte einen gro-
ssen

Isen Condensator mit einer Unterlage von weissem Marmor. Die ersten Versuche, die wir, er, Hr. de la Place und ich zusammen über die Verdampfungen des Wassers und des Aethers anstellten, liefen nicht glücklich ab; indessen war das Wetter zu schlecht, das Zimmer zu klein und ganz mit Dämpfen angefüllt; auch befand sich der Apparat nicht in der besten Ordnung. Allein Hr. de la Place und Hr. Lavoisier waren glücklicher, als sie dieselben Versuche in einem dem Letztern zugehörigen Landhause wiederholten, und dies machte uns Lust, die Versuche zu wiederholen und deren noch mehrere anzustellen. Alles gelang vortrefflich; das Verdampfen des Wassers, das bloße Verbrennen von Holzkohlen, das Aufbrausen der Eisenfeile mit verdünnter Schwefelsäure gaben sehr deutliche Zeichen von Elektricität.

Diese Versuche wurden am 13ten April 1782 angestellt, und zwar auf folgende Weise. In einem Garten wurde eine große viereckige Metallplatte isolirt, woran ein langer eiserner Drath befestiget war, dessen Ende den auf der marmornen Unterlage liegenden Deckel berührte, wobey der Marmor vermittelt einiger

darunter gesetzten Kohlen immer warm und recht trocken gehalten wurde. Hierauf setzten wir auf die isolirte Metallplatte einige Becken mit halbangezündeten Kohlen, und ließen einen grade wehenden sanften Wind die Verbrennung einige Minuten lang befördern; nachdem wir nun den Deckel außer Verbindung mit dem Metalldrath gesetzt hatten, und nachdem er bey seinem isolirenden Handgriff von der marmornen Unterlage weg in die Höhe gehoben worden war, bemerkten wir die erwarteten Zeichen von vorhandener Elektricität daran. Als wir ihn Hrn. Cavallo's neuem Elektrometer näherten, entfernten sich die beiden Fäden mit ihren Kügelchen beträchtlich von einander. Bey der Untersuchung fand sich, daß diese, vom Deckel aufgenommene, Elektricität negativ war. Man wiederholte den Versuch, setzte aber auf die isolirte Metallplatte statt der Kohlenbecken vier Gefäße, worin Eisenfeile und Wasser war, und wozu nachher in alle vier Gefäße zu gleicher Zeit so viel Schwefelsäure gegossen wurde, als zu Bewirkung eines recht heftigen Aufbrausens erfordert wurde. In dem Augenblicke, wo das

stärkste Geräusch sich zu legen anfieng, wurde der Deckel untersucht, und er bewegte nicht bloß die Fäden des Elektrometers, sondern er gab uns sogar einen sichtbaren Funken. So lebhaft und deutlich die Zeichen von vorhandener Elektricität beim Proceß des Aufbrausens waren, so schwach und zweideutig waren sie diesmal beim Verdampfen des Wassers, das auf verschiedene Weise bewirkt wurde, bald dadurch, daß man Wasser in kupfernen Pfannen auf Kohlenbecken, die wie vorher auf der isolirten Metallplatte standen, kochen ließ, bald dadurch, daß auf eben diese, vorher aber heiß gemachte, Pfannen Wasser gegossen wurde. Einige Tage nachher wiederholten wir die Versuche in einem großen Zimmer, und dehnten sie dabey auch auf die andern, vom kohlenauren und Salpeter-gase bewirkten Aufbrausungsprocesse aus, und sie gelangen; bloß das Verdampfen des Wassers gab uns äußerst schwache Zeichen, so daß wir viele Mühe hatten, um herauszubringen, ob die Elektricität positiv oder negativ sey; unter drey Fällen schien sie uns zweimal positiv zu seyn; allein ich vermuthe aus Gründen, daß

wir uns geirrt haben. Einige Tage später verband sich Hr. le Roy, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, mit uns, und wir wiederholten die Versuche; allein weder der Proceß des Verbrennens, noch der der Wasserverdampfung gab uns merkliche Zeichen von Elektricität, wovon wir den Grund in der Feuchtigkeit der Luft suchten, die bey dem damaligen regnichten Wetter sehr groß war. Die Entbindung des Wasserstoffgas gab uns indessen solche Zeichen in dem Augenblicke, wo das Aufbrausen am heftigsten war, und wenn die Elektricität diesmal auch nicht stark genug war, um einen Funken zu geben, so konnten wir doch ganz deutlich sehen, daß sie negativ war.

Vor meiner Abreise von Paris, die am 23sten April (1782) erfolgte, wollte ich einst Hrn. Billaux, bey der Gelegenheit, als ich mich in seinem Laboratorium befand, einige Versuche von der erwähnten Art zeigen. Ich nahm einen gläsernen Wasserkrug, hob ihn vermittelst einer seidenen Schnur in die Höhe, und that nun die zur Entbindung des Wasserstoffgases erforderlichen Materialien hinein.

In denselben Krug hatte ich einen eisernen Drath gehen lassen, der mit seinem einen Ende die in dem Krüge befindliche Eisenfeile berührte, und mit dem andern außerhalb des Kruges mit Hrn. Cavallo's sehr empfindlichen Elektrometer in Verbindung stand. Als das Aufbrausen am stärksten war, so daß der Schaum über den Rand des Gefäßes trat, gab das Elektrometer Zeichen von Elektricität, und diese Elektricität war stark genug, um untersucht werden zu können, wo es sich dann zeigte, daß sie negativ war.

Die über das Verdampfen des Wassers angestellten Versuche, die in Paris nicht zum besten gelungen waren, gelangen in London vortrefflich, als ich den Einfall hatte, Wasser auf glühende Kohlen zu sprengen, die sich in einem isolirten Kohlenbecken befanden. Die in diesem Falle entstehende schnelle Entzündung elektrisirt das Kohlenbecken jedesmal negativ, so daß es mit dem bloßen Elektrometer deutliche Zeichen von vorhandener Elektricität, und zuweilen vermittelst des Condensators, wenn dieser anders mit Sorgfalt verfertigt ist, selbst Funken giebt. Die hier erwähn-

ten Versuche wurden bey Hrn. Bennet angestellt, und Hr. Cavallo, Hr. Kirwan und Hr. Prof. Walker waren dabey gegenwärtig. Zum Condensator bedienten wir uns eines kleinen Elektrophordeckels und einer Platte von Holz, die genau in dem erforderlichen Grade halbleitend war, was bey nicht überfirnisstem Holze ein seltener Fall ist. Ein anderesmal gelang der Versuch bey Hrn. Cavallo, indem wir bloß einen kleinen Schmelztiegel isolirten, worin zwey oder drey kleine glühende Kohlen geworfen worden waren, worauf wir einen Löffel voll Wasser gossen. Ein eiserner Drath, der die Kohlen berührte, und sich bis zu dem Elektrometer erstreckte, führte demselben, wie wir uns deutlich überzeugen konnten, immer eine negative Elektricität zu.

Dies sind die Versuche, die ich bis jetzt anzustellen Gelegenheit gehabt habe, und in Ansehung deren noch zu bemerken ist, daß, ob wir uns gleich, um zuverlässige Zeichen von vorhandener Elektricität zu bekommen, nicht immer des Condensators (der, wenn er nicht in völliger Ordnung ist, zu nichts dient, und eher schaden als nutzen kann), bedienten,

indem Hrn. Cavallo's sehr empfindliches Elektrometer uns die meiste Zeit ein Gnüge that, es jedoch, wie ich gestehen muß, eben dieser Condensator war, der uns zu jenen Versuchen veranlaßte, und daß wir es nur mittelst dieses Instruments bis zu einer Elektricität von einer gewissen Stärke, und selbst bis zum elektrischen Funken bringen konnten. Da diese Versuche nun so leicht geworden sind, so wird man sie ohne Zweifel wiederholen, und weiter ausdehnen. Noch bleibt viel zu thun übrig, und ich habe bloß die Bahn gebrochen. Wenn ein Körper bey seinem Uebergange in Dampf oder in eine elastische Flüssigkeit auf Kosten anderer Körper Elektricität aufnimmt, und diese letzteren dadurch in einen negativ elektrischen Zustand versetzt, werden alsdann diese Dämpfe bey ihrer Verdichtung die aufgenommene Elektricität nicht wieder abzusetzen suchen, und folglich Zeichen von positiver Elektricität bewirken? Dieser Umstand verdient besonders durch Versuche erforscht zu werden. Ich habe zu diesem Behuf verschiedene Mittel ausgedacht, und werde sie ohnfehlbar versuchen, sobald es mir nur mög-

lich ist. Unterdessen sey es mir erlaubt, hienoch zu dem Gesagten einige die atmosphärische Elektricität betreffende Gedanken, womit ich mich seit einiger Zeit herumtrage, hinzuzufügen.

Die bisher angestellten und hier erzählten Versuche liefern insgesamt, ob ihrer gleich nur wenige sind, das Resultat, daß die Wasserdämpfe, und überhaupt alle Theile, die sich bey der Verflüchtigung von irgend einem Körper losreißen, eine gewisse Menge Elektricität mit sich wegführen, und zwar auf Kosten der Elektricität des zurückbleibenden feuerbeständigen Rückstandes, den sie eben dadurch in einen negativ-elektrischen Zustand versetzen, so wie sie ihm gleichfalls eine gewisse Quantität Wärmestoff rauben, und ihn dadurch erkälten. Hieraus muß man schließen, daß ein Körper bey seinem Uebergang in Dämpfe, in luftförmige Flüssigkeiten eine größere Capacität für die Elektricität erhält, so wie er ebenfalls eine größere für den Wärmestoff erlangt. Wem fällt aber diese schöne Analogie nicht auf, vermittelt welcher die Theorie der Elektricität und die des Wärme-

stoffs sich gegenseitig erläutern? Ich meyne
 nemlich die Theorie des unmerkbaren oder
 specifischen Wärmestoffs, wozu die bewun-
 derungswürdigen Entdeckungen der Engländer
 Black und Wilke die erste Veranlassung gaben,
 und die Hr. Crawford, von den Versuchen
 des Dr. Irvine geleitet, der Vollendung nahe
 gebracht hat. So wie, dieser Analogie zufolge,
 die Dämpfe bey ihrer Verdichtung und ihrer
 Wiederverwandlung in Wasser, wo sie folg-
 lich auch ihre vorige geringe Capacität wieder
 erhalten, ihren unmerkbaren Wärmestoff ver-
 lieren, so entledigen sie sich auch der Elektri-
 cität, die sie bey ihrer Verflüchtigung aufnah-
 men, und hierin ist die Quelle der positiven
 Elektricität zu suchen, die sich beständig bald
 mehr, bald weniger in der Atmosphäre selbst
 bey heiterm Himmel, in der Höhe, wo die
 Dämpfe sich zu verdichten anfangen, findet,
 die aber beim Nebel, wo sie sich mehr ver-
 dichten, und die Gestalt von Tropfen anneh-
 men, merklicher wird; die endlich sehr
 stark ist, wenn die Nebel sich bis zu Wolken
 verdichten.

Bis hierher war die Elektricität der Atmosphäre immer positiv; sobald aber eine Wolke einmal stark positiv elektrisch geworden ist, wird sie von einem Wirkungskreise umgeben, in den eine andere Wolke nur nach den bekannten Gesetzen der elektrischen Atmosphären eintreten kann; die in dieser zweiten Wolke enthaltene Elektricität begiebt sich größtentheils nach dem Theile derselben, der von der ersten Wolke am entferntesten ist, und tritt vielleicht aus derselben heraus, wenn sie andere Wolken, Dämpfe, Erhabenheiten auf der Erdoberfläche antrifft, die sie aufzunehmen im Stande sind, und es entsteht auf diese Weise eine negativ elektrisirte Wolke, die dann wieder, vermittelt des Einflusses ihres ihr eigenthümlichen Wirkungskreises, in einer dritten Wolke einen positiv elektrischen Zustand bewirken kann, und so fort. Hieraus begreift man nun leicht, weshalb die Leiter der atmosphärischen Elektricität oft, wenn der Himmel sehr überzogen ist, Zeichen von vorhandener negativer Elektricität geben, und weshalb die Elektricität besonders bey Gewittern, wo mehrere losgerissene Wolken sich herabsen-

Ken und sich bald nach Art der Wellen bewegen, bald unter einander wegziehen, bald schnell von einem Ort zu einem andern eilen, mehreremal wechselt, und oft plötzlich aus dem positiven Zustande in den negativen, oder aus diesem in jenen, übergeht.

Verbesserungen.

S. 12. Z. 19. von oben statt der lies welcher letztere.

S. 15. Z. 23. v. o. statt vergoldeter l. mit Goldpapier überzogener.

S. 18. Z. 19. v. o. statt die dritte an die vierte l. die vierte an die dritte.

S. 22. Z. 19. v. o. statt ihm l. ihr.

S. 91. Z. 21. v. o. statt nach l. bey.

S. 97. Z. 4. v. o. statt bessert l. verbessert.

S. 103. Z. 20. v. o. statt nicht anhäufen l. anhäufen lassen.

S. 122. Z. 9. v. o. statt einel. keine.

S. 149. Z. 23. v. o. statt einen Kuchen l. einen mit Harz überzogenen Teller.

Volta, Alessandro,

Schriften über Elektrizität und Galvanismus

Halle 1803

Phys.sp. 705

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134980-4